PROMETHEUS

ILLUSTRIERTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT

HERAUSGEGEBEN VON WA. OSTWALD * VERLAG VON OTTO SPAMER IN LEIPZIG

Nr. 1293 Jahrgang XXV. 45 8. VIII. 1914

Die Leistungen und die Fehler astronomischer Fernrohre.

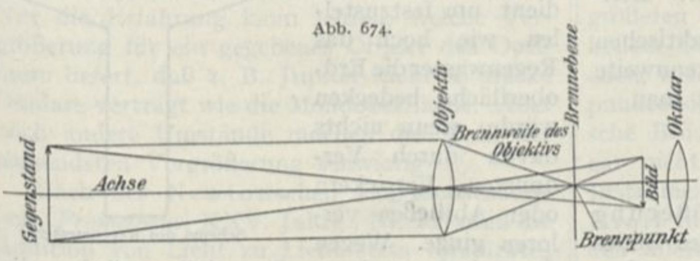
Von Dr. M. Lindow.

Mit sechs Abbildungen.

Von den Schwierigkeiten der Himmelsbeobachtung machen sich viele eine ganz falsche Vorstellung. Mancher Amateurastronom hofft mit Hilfe eines vorzüglichen Auges die subtilsten Probleme der Beobachtungskunst an einem ganz kleinen Instrument lösen zu können, während andere Freunde der Himmelskunde alles Heil von Rieseninstrumenten und starken Vergrößerungen erwarten. Die folgenden Zeilen sollen versuchen, ohne zu spezielle Voraussetzungen diese Fragen zu klären.

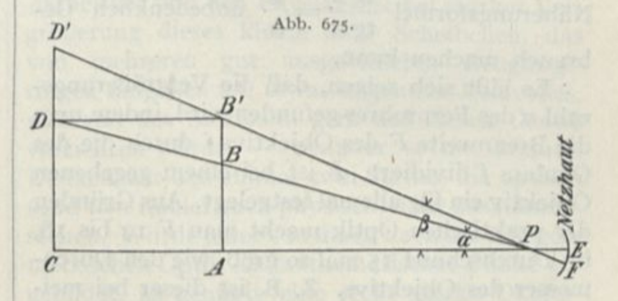
Es darf als bekannt vorausgesetzt werden, daß das Objektiv des Fernrohrs im wesentlichen eine große Sammellinse ist, die parallele Strahlen in einem Punkt, dem Brennpunkt, vereinigt (Abb. 674). Die Ebene, welche durch den Brennpunkt geht und auf der Symmetrieachse der Linse (der Achse des Rohres) senkrecht steht, heißt Brennebene. In ihr entstehen die Bilder unendlich ferner Objekte. Wegen der sehr großen Entfernungen der Himmelskörper (verglichen mit den Abmessungen des Fernrohres) zeichnet das Objektiv ihre Bilder in die Brennebene hinein. Diese sind umgekehrt, verkleinert und wirklich, sie können also auf einem Schirm aufgefangen oder auf einer photographischen Platte festgehalten werden. Bei visueller Beobachtung betrachtet man sie durch eine Lupe, das Okular, welches sie mehr oder weniger stark vergrößert. An die umgekehrte Lage der Bilder gewöhnt sich der Beobachter sehr bald.

Abb. 674.



Der Gegenstand befindet sich in endlicher Entfernung; die Figur ist aus zeichnerischen Gründen nicht maßstäblich.

Abb. 675.



Die scheinbare Größe eines Gegenstandes beurteilen wir nach der Größe des Bildes, welches er auf unserer Netzhaut erzeugt. Wie Abb. 675 zeigt, können zwei ungleich große Gegenstände, AB und CD dasselbe Bild EF erzeugen, wenn der größere weiter entfernt ist. Es kommt auf den Sehwinkel BPA und DPC (P ist die Pupille des Auges) an, unter dem sie uns erscheinen. Die vergrößernde Wirkung des Fernrohres beruht darauf, daß die von einem entfernteren Gegenstand (DC) ausgehenden Strahlen so gebrochen werden, daß der Sehwinkel größer wird. Dann faßt das Auge entweder den Gegenstand als größer ($D'C$) in gleicher Entfernung (PC) auf, oder als gleich groß ($AB' = CD$) in geringerem Abstand (AP). Es ist also

gleichgültig, ob man sagt, das Fernrohr „vergrößert“ oder es „holt näher heran“. Vergleichen wir bei gleichem Abstande (PC) die Größe des Gegenstandes, wie er im Fernrohr erscheint (CD') mit seiner wahren Ausdehnung (CD), so gibt das Verhältnis beider Strecken die Vergrößerungszahl n

$$n = \frac{CD'}{CD}.$$

Es ist aber

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{CD'}{CP},$$

also

$$CD' = CP \cdot \operatorname{tg}\beta$$

und ebenso

$$CD = CP \cdot \operatorname{tg}\alpha,$$

daher

$$n = \frac{\operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}\alpha}.$$

Bei astronomischen Gegenständen sind die Winkel α und β so klein, daß man von der Näherungsformel $\frac{\operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}\alpha} = \frac{\beta}{\alpha}$ unbedenklich Gebrauch machen kann.

Es läßt sich zeigen, daß die Vergrößerungszahl n des Fernrohres gefunden wird, indem man die Brennweite F des Objektivs i durch die des Okulars f dividiert. F ist bei einem gegebenen Objektiv ein für allemal festgelegt. Aus Gründen der praktischen Optik macht man F 12 bis 18, im Durchschnitt 15 mal so groß, wie den Durchmesser des Objektivs. Z. B. ist dieser bei meinem Merzschen Vierzoller $d = 4 \cdot 27 = 108$ mm, die Brennweite $f = 15 \cdot 108 = 1620$ mm $= 1{,}62$ m. Bei meinem Merzschen Zweieinhalbzoller ist $f = 98$ cm, $d = 68$ mm, $\frac{f}{d} = 14{,}4$.

Die Brennweiten der Okulare sind klein, ein sehr schwaches Okular hat vielleicht 81 mm, ein schwaches 27 mm, stärkere $13^1/_2$, 9 oder $4^1/_2$ mm. Bei der Objektivbrennweite 1620 mm sind die Vergrößerungen $n_1 = \frac{1620}{81} = 20$, $n_2 = \frac{1620}{27} = 60$, $n_3 = \frac{1620}{13{,}5} = 120$ usf. Kleiner als $4^1/_2$ mm wird man aus praktischen (und theoretischen) Gründen die Brennweite des Okulars kaum machen. Hier hat man

$$n = \frac{F}{f} = \frac{1620}{4{,}5} = 360.$$

Der Vorteil der starken Vergrößerung besteht darin, daß die Einzelheiten des Bildes mehr auseinandergezogen werden. Dem stehen aber gewichtige Nachteile gegenüber:

1. Es wird auch die scheinbare Bewegung der Gestirne (in Wirklichkeit die Erddrehung) mit vergrößert. Bei dreihundertfacher Vergrößerung laufen die Sterne fünfmal so schnell durch das Gesichtsfeld wie bei sechzigfacher.

2. Das Gesichtsfeld ist scheinbar bei allen Okularen dasselbe, ein Kreis, dessen Durchmesser unter dem Sehwinkel von ca. 40° erscheint*). Das wirkliche Gesichtsfeld, die Ausdehnung des tatsächlich betrachteten Himmelskomplexes, wird näherungsweise gefunden, wenn man das Scheinbare durch die Vergrößerungszahl n dividiert. Je größer diese ist, um so kleiner wird es, um so weniger Objekte sieht man gleichzeitig, was doch oft zu Vergleichszwecken erwünscht ist.

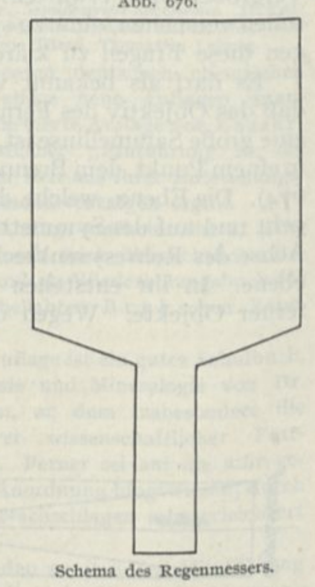
3. Was das Objektiv nicht zeichnet, vermag kein noch so gutes Okular herauszuholen. Übertreibt man die Vergrößerung, so entstehen „leere“ Bilder, die keine Details geben. Jeder Einsichtige wird doch, um einen Vergleich heranzuziehen, einem Miniaturporträt Bismarcks, das von Meisterhand entworfen ist, den Vorzug geben vor einem Reklamebildnis, auch wenn dies eine ganze Wand erfüllt.

4. Alle Fehler des Objektivs, alle Schlieren der Luft, jede Erschütterung des Instruments vergrößert das stärkere Okular unbarmherzig mit.

5. Flächenhafte Objekte werden lichtschwächer.

So ist das Urteil der Laien, die ein Instrument in erster Linie nach der erreichbaren (und oft zum Schaden des Bildes erreichten) Vergrößerung beurteilen, völlig irrig. Viel wichtiger ist die größere **Lichtstärke** und das bessere **Trennungsvermögen** bei großen Instrumenten.

Abb. 676.



Schema des Regenmessers.

Die Wirkung des Fernrohres als **Lichtsammler** läßt sich bequem durch den Vergleich mit einem Regenmesser studieren. Jeder weiß, daß dieser ein zylindrisches Gefäß (Abb. 676) ist, das zum Auffangen des Regens dient, um festzustellen, wie hoch das Regenwasser die Erdoberfläche bedecken würde, wenn nichts davon durch Verdunsten, Versickern oder Abfließen verloren ginge. Wegen der relativ geringen Regenhöhe würden die direkten Ablesungen ungenau werden. Man kann nun das Wasser in einen gläsernen Maß-

*) Dieser ist nach der Art der Okulare verschieden.

zylinder laufen lassen, dessen Durchmesser bedeutend kleiner ist. Beträgt er z. B. nur $^1/_{10}$ des größeren, so ist die Grundfläche hundertmal so klein, da Kreisinhalte dem Quadrat der Durchmesser proportional sind. Einer Regenhöhe von 1 mm in dem großen Zylinder entspricht hier eine von 100 mm. Wir haben also die Intensität des Regens künstlich hundertmal verstärkt nnd können sehr bequem ablesen. Ebenso werden durch die Optik des Fernrohrs die Lichtstrahlen, welche auf das große Objektiv fallen, so gebrochen, daß sie alle durch die kleine Pupille des menschlichen Auges gehen. Diese ist veränderlich, kann aber im Dunkeln ungefähr als Kreis mit dem Durchmesser 6 mm angesehen werden. Beim Beobachten am Vierzoller kommt so das ganze Licht, welches das 108 mm im Durchmesser enthaltende Objektiv trifft, ins Auge. Da die Durchmesser beider Kreise sich wie 108 : 6 oder 18 : 1 verhalten, so stehen die betreffenden Flächen im Verhältnis $18^2 : 1^2$ oder 324 : 1, so daß die Netzhaut von der 324fachen Lichtmenge getroffen wird, wie bei der Beobachtung ohne künstliche Hilfsmittel*). So ist es zu erklären, daß man lichtschwache Fixsterne, die das Auge allein nicht mehr zeigt, am Fernrohre wahrnimmt, und zwar um so mehr, je größer das Objektiv ist. Man beobachte z. B. die Pleiaden oder die beiden großen Sternhaufen im Perseus mit bloßem Auge, mit einem Opernglas und mit einem astronomischen Fernrohr, möglichst auch mehreren von verschiedener Größe! Ebenso verhält es sich mit der Wahrnehmung schwacher Planetoiden oder teleskopischer (dem bloßen Auge unsichtbarer) Nebelflecken oder Kometen. Bei letzteren, sowie bei den Planetenoberflächen, überhaupt allen flächenhaften Objekten ist aber auch die Okularvergrößerung von Einfluß. Während das Bild eines Fixsternes (abgesehen von den Beugungserscheinungen) ein Punkt ist, seine Lichtintensität also bei starken und schwachen Vergrößerungen ungeändert bleibt, wird eine leuchtende Fläche bei doppelt so starker Okularvergrößerung viermal so groß, und da sich dieselbe Lichtmenge auf diesen größeren Raum verteilen muß, viermal so lichtschwach. Nur die Erfahrung kann lehren, welche Vergrößerung für ein gegebenes Objekt das Optimum liefert, daß z. B. Jupiter nicht so starke Okulare verträgt wie die Mondoberfläche. Aber noch andere Umstände machen die Wahl der passendsten Vergrößerung schwierig.

Nach der Newtonschen Emissionstheorie (vgl. *Prometheus*, XXV. Jahrg., Nr. 21) muß die Addition von Licht zu Licht stets verstärktes Licht ergeben. Die Erfahrung lehrt bei geeigneter Versuchsanordnung das Gegenteil (vgl. *Prometheus*, XXV. Jahrg., Nr. 22). Interferenz und Beugung kommen so zustande. Die Beugung kann man durch einen „handgreiflichen" Versuch jederzeit beobachten. Man lege zwei Finger so nahe aneinander, daß man durch den Spalt zwischen ihnen eben noch durchsehen kann. Visiert man durch ihn gegen ein Licht oder eine helle Fläche, so erscheint er der Längsrichtung nach von dunklen Linien durchzogen, die ihr Vorhandensein der Beugung verdanken. Würde man statt des Spaltes eine enge kreisförmige Öffnung nehmen, so würde man eine helle Scheibe, die von konzentrischen Ringen, abwechselnd dunkel und hell, umgeben ist, wahrnehmen. Wird die Öffnung größer, so lehrt die Beugungstheorie, daß die Beugungsringe sich nähern, also nur durch ein Mikroskop zu beobachten sind. Dieser Fall tritt aber beim astronomischen Fernrohr ein, bei Fixsternbeobachtungen sehen wir tatsächlich das Beugungsbild des Objektivs, hervorgerufen durch das Licht des betreffenden Himmelskörpers und vergrößert durch das Okular. Für den Ästhetiker und den Physiker ist bei starker Vergrößerung dieses kleine helle Scheibchen, das von mehreren gut ausgebildeten Beugungsringen umgeben ist, etwas ungemein Reizvolles, während der Astronom gern auf diesen Genuß verzichten würde — wenn er es nur könnte. Denken wir uns einmal zwei Sterne, die optisch (und fast immer auch physisch) nahe zusammenstehen. Würde jeder von ihnen nach der rein geometrischen Optik als mathematischer Punkt abgebildet, so genügte eine recht starke Okularvergrößerung, um auch bei einem kleinen Instrument beide Punkte getrennt zu zeigen. Statt der Punkte haben wir aber Scheibchen, deren Durchmesser um so größer ist, je kleiner der Objektivdurchmesser. In schwachen Instrumenten werden sie sich also zum größten Teil überdecken und ihre Helligkeit zusammenfließen lassen. Das Auge hat den Eindruck eines Sternindividuums. Zur Trennung enger Doppelsterne sind also größere Teleskope unbedingt erforderlich. Ähnlich liegt der Fall, wenn eine feine Mondrille gesucht werden soll. In größeren Fernrohren erscheint sie dunkel auf hellem Grunde, in kleinen werden die Scheibchen, welche die Abbildungen der hellen Randpunkte sind, sich überdecken und so eine optische Brücke über die Rille schlagen, die man gar nicht haben will. Kurz gesagt: Größere Instrumente haben eine größere trennende Kraft für die Einzelheiten, die sich uns ja in den allermeisten Fällen durch den Gegensatz von hell und dunkel verraten.

Könnten wir dem Fernrohr vorschreiben, was für Bilder es von den beobachteten Flächen zu entwerfen hat, so würden wir geometrische Ähnlichkeit fordern. Aus der Beugungstheorie

*) Von den Lichtverlusten durch Absorption und Reflektion ist hier abgesehen.

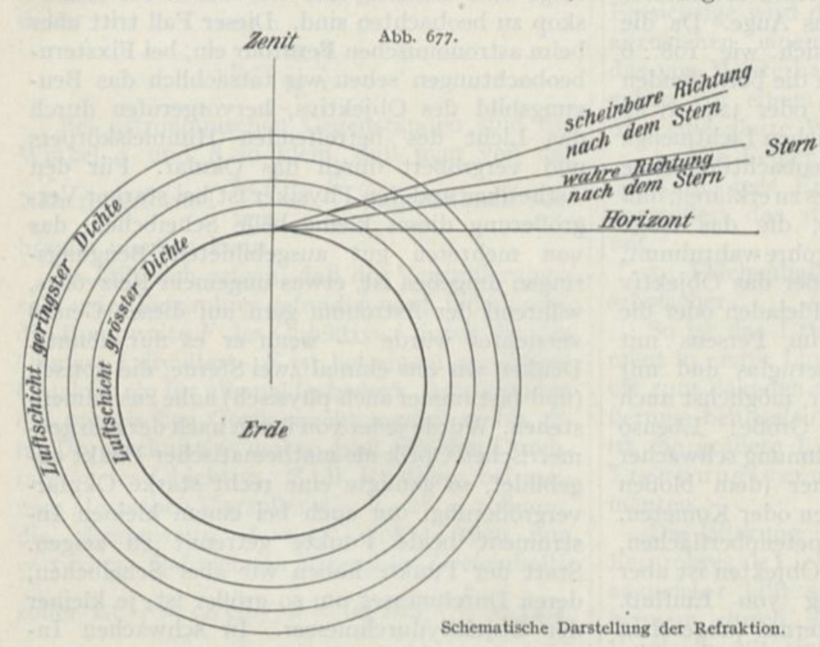
lernen wir, daß die Forderung absolut scharfer Konturen unmöglich ist. Aber noch viele andere Tatsachen, die wir nicht aus der Welt schaffen können, verschlechtern die Qualität des Bildes. Das Ideal ist eben auch hier unerreichbar. Verfolgen wir, um möglichst nichts auszulassen, einmal den Lichtstrahl auf seinem Wege. Schon auf den Himmelskörpern selbst sind uns Fallstricke gelegt. Die dichte Atmosphäre der Venus hindert uns im allgemeinen, auf ihre Oberfläche zu sehen. Ob die bisweilen auf ihr beobachteten dunklen Flecke etwa Berggipfel oder Hochplateaus sind, die wir durch Dunst und Nebel wahrnehmen können, oder ob diese Flecke nur Täuschungen irgendwelchen Ursprungs sind, ist noch nicht ausgemacht. Daß man feine Details auf dem Mars bisweilen sieht, bisweilen bei sonst gleichen Umständen nicht, erklären manche Beobachter durch die Marsatmosphäre. Aber deren Existenz ist noch nicht zweifelsfrei. Die Kerne der Sonnenflecken erscheinen uns schwarz wegen des ungeheuren Helligkeitsgegensatzes gegen die Photosphäre; daß sie nicht absolut schwarz, sondern immer noch ziemlich hell sind, zeigt sich erst durch den Vergleich mit der Nachtseite des Mondes (Sonnenfinsternis) oder eines der Planeten (Vorübergang des Merkur oder der Venus an der Sonnenscheibe; der nächste Merkurdurchgang findet am 7. November 1914, der nächste Venusdurchgang am 8. Juni 2004 statt). Mit dem Sonnenstande ändert sich — wegen der veränderten Lage und Größe der Schatten — das Aussehen der Mondlandschaften außerordentlich, mancher Beobachter glaubte reale statt optischer Veränderungen zu entdecken. Noch manches andere ließe sich hier anführen.

Auf dem Wege durch den Weltraum wird der Lichtstrahl recht wenig gestört. Ist dieser Raum auch nicht als völlig leer anzusehen, so beeinflussen doch z. B. die Meteorschwärme und die Kometenschweife die Güte des Bildes praktisch gar nicht.

Dann aber trifft der Strahl auf unsere Lufthülle, das unerschöpfliche Thema astronomischer Klagelieder.

Schon wenn diese optisch homogen wäre, würde nach den Brechungsgesetzen (Abb. 677) jeder leuchtende Punkt in die Höhe gehoben erscheinen, und zwar um so mehr, je näher er dem Horizonte liegt, weil dort der ablenkende Einfluß der Luftschicht wegen ihrer maximalen Dicke und des großen Einfallswinkels am größten ist. Ein ausgedehntes Objekt, z. B. der Mond, erscheint also in der Nähe des Horizontes plattgedrückt, weil der obere Rand nicht so sehr emporgehoben wird wie der untere. Ferner erzeugt die atmosphärische Refraktion wegen der verschiedenen Brechbarkeit der einzelnen Farben, deren Gemisch das weiße Licht bildet, dessen spektrale Zerlegung, so daß man statt eines Sterns seine Spektralfarben sieht. Man muß also bei tiefstehenden astronomischen Objekten sehr vorsichtig in der Beurteilung ihrer Farbe sein, besonders da die Luft die verschiedenen Farben in verschiedenem Maße durchläßt oder schwächt (selektive Absorption).

Abb. 677.



Schematische Darstellung der Refraktion.

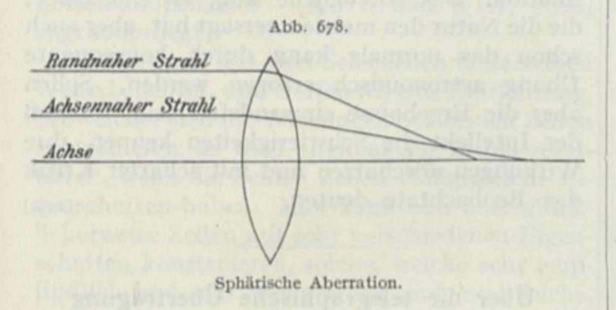
Bekanntlich ist in der Luft eine wechselnde Menge Wasserdampf enthalten, der sich als Nebel, Regen, Schnee oder ähnlich kondensieren kann. Der Nebel wirkt deswegen schädlich, weil er die Helligkeit (weniger die Qualität) der Bilder herabsetzt.

Vor allem ist auf den Einfluß der Lufttemperatur hinzuweisen. Wärme dehnt alle Gase aus, macht also die Luft dünner und gibt ihr einen andern Brechungskoeffizienten. Es entstehen in der Luft Schlieren, Stellen, die optisch anders wirken als ihre Umgebung. Sie sind mit bloßem Auge wahrnehmbar; wenn die Sonnenstrahlen den Boden und so direkt die über ihm lagernde Luftschicht anwärmen, dann glaubt der Beobachter eine wallende Bewegung wahrzunehmen. Vorhanden sind solche Schlieren, wenn auch nicht so ausgeprägt, stets, und das Fernrohr vergrößert treulich alle ihre Schlechtigkeiten mit. Man erhält „wallende“ Bilder, die Fixsterne

„scintillieren", sie flackern hin und her, und die zarten Beugungsringe werden verwischt*). Gerade an stillen kalten Winterabenden hat man mit diesen Beschwerden zu kämpfen, und während der Naturfreund den kristallklaren Sternhimmel anschwärmt, muß der Astronom sein Fernrohr mißmutig verlassen, und zwar um so eher, je größer es ist, denn das größere Objektiv fängt mehr durch Schlieren gefälschte Strahlen ein als das kleine. In der neuen Welt legt man deshalb, um den ungünstigen Einfluß der Atmosphäre nach Möglichkeit auszuschalten, Sternwarten auf hohen Bergen an, damit die Lichtstrahlen nur eine geringe Schicht dünner Gebirgsluft zu durchdringen haben. Es wäre sehr zu wünschen, daß Deutschland diesem Beispiele in seinen Kolonien folgte. Man würde dabei zwei Fliegen mit einer Klappe schlagen, insofern, als der südliche Sternhimmel wegen der geringen Zahl südlicher Sternwarten bisher weniger genau durchforscht ist als der nördliche.

Nach der Durchdringung der Luft hat der Lichtstrahl das Objektiv zu passieren. Wäre

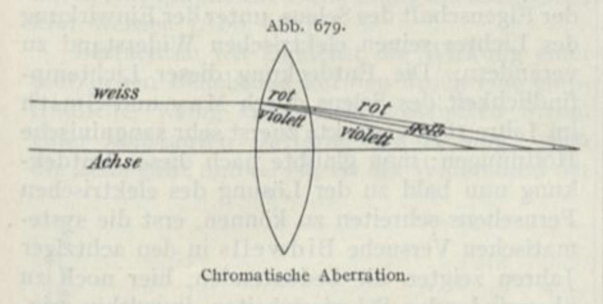
Abb. 678.



Sphärische Aberration.

dies nur eine einzige bikonvexe Linse, so würde es sphärische und chromatische Aberration hervorrufen. Die sphärische Aberration kommt dadurch zustande, daß die randnahen Strahlen alle stärker gebrochen werden, als die, welche von der Achse nicht weit entfernt sind (Abb. 678). Der Brennpunkt würde zu einem Stück der Achse

Abb. 679.



Chromatische Aberration.

auseinandergezogen werden. Ferner wirkt die Linse wegen ihrer Form als Prisma (Abb. 679) und zerlegt weißes Licht in die Regenbogenfarben, so daß die Bilder mit farbigen Rändern umsäumt sind. Auch hier liegen sich bei der Betrachtung der Ästhetiker und der Astronom in den Haaren, und da der Klügere gewöhnlich — nicht nachgibt, so behält der Astronom recht. Er fordert den Optiker auf, eine zweite Linse zu berechnen, welche wegen anderer Brechungsexponenten für die einzelnen Farben das Spektrum der ersten wieder zu weiß vereinigt, die Ablenkung des Strahls in ihr aber nur vermindert, nicht aufhebt. Newton hielt die Herbeiführung dieser Farbfreiheit (Achromasie) für unmöglich, ein Irrtum, der der Menschheit das Spiegelteleskop schenkte. Dolland zeigte, daß man der genannten Forderung Genüge leisten und zugleich die sphärische Aberration aufheben kann, wenn man die zweite Linse aus dem bleihaltigen und deshalb stark lichtbrechenden Flintglase anfertigt. Die Form muß bikonkav sein, die Krümmung weniger stark als die der ersten, aus Kronglas bestehenden Linse. Leider lassen sich dadurch nicht alle Farbenpaare, die weiß ergeben, gleichzeitig vereinigen, sondern es bleibt ein „sekundäres Spektrum" zurück, dessen Beseitigung eine dritte Linse erfordert. In den meisten Fällen kann man das sekundäre Spektrum unberücksichtigt lassen, muß aber bei der Beurteilung der Farben (z. B. bei Doppelsternen) etwas vorsichtig sein.

Die Rechnungsarbeit des theoretischen Optikers wäre aber vergeblich, wenn ihm nicht passendes Glas von genau bekannten Qualitäten zur Verfügung stände. Es würde zu weit führen, die historische Entwicklung und die Technik der Chemie des Glases zu behandeln, wir dürfen mit Stolz behaupten, daß Deutschland hier an der Spitze marschiert. Allerdings lassen sich besonders beim Flintglas Luftbläschen und andere Schönheitsfehler nicht vermeiden, aber es sind eben nur Schönheitsfehler, die die Güte nicht beeinträchtigen. Ganz anders steht es mit den Schlieren, die in optisch inhomogenen Streifen das Glas durchziehen; sie machen es für Fernrohrobjektive durchaus unbrauchbar. Da man sehr scharfe Methoden zur Prüfung auf Schlieren hat, so kann man solche Stücke ausscheiden. Es ist aber ziemlich dem Zufall anheim gegeben, ob man bei einem Guß schlierenfreies Glas erhält, und dieser launenhafte Geselle ist unliebenswürdig genug, uns große Glasstücke von der gewünschten Beschaffenheit nur äußerst selten zu bescheren, daher deren unverhältnismäßig hoher Preis. Auf die Fehler falscher Zentrierung, schlechter Ausführung der Politur und mehrere andere soll hier nicht eingegangen werden.

Nehmen wir nun an, unser Fernrohr besitze ein gutes achromatisches Objektiv, so müssen wir das von diesem in der Brennebene gezeichnete Bild mit dem Okular betrachten. Daß hier an das Glas dieselben Forderungen gestellt werden müssen, wie beim Objektiv, versteht sich von

*) Zur Veranschaulichung sehe man durch eine schlechte Fensterscheibe mit einem Opernglas.

selbst, doch sind sie wegen der geringen Größe der Linsen leichter zu erfüllen. Der Einfluß der Okularvergrößerung auf die Güte des Bildes wurde schon früher erwähnt. Hervorzuheben ist noch, daß es eine ganze Anzahl verschiedener Okularkonstruktionen gibt, und daß es durchaus nicht leicht ist, unter diesen in jedem konkreten Fall die richtige Wahl zu treffen, auch hier will die Praxis gelernt sein.

Ist der Lichtstrahl durch das Okular gegangen, so hat er noch den komplizierten Apparat des Auges zu passieren. Der Einfachheit wegen sei angenommen, daß dies normal sei, eine Bedingung, die nicht bei allen Beobachtern erfüllt ist. Kurzsichtigkeit oder Weitsichtigkeit allein sind leicht durch richtige Einstellung des Okulars zu kompensieren, die Berücksichtigung anderer Fehler würde aber uns zu sehr von der Astronomie zur Ophthalmologie führen. Zwischen Hornhaut und Netzhaut liegen bekanntlich drei optische Systeme: die mit der wässerigen Flüssigkeit angefüllte vordere Augenkammer, die (beim gesunden Auge veränderliche) Linse, welche direkt hinter der als Blende dienenden und von 1 bis 8 mm Durchmesser variablen Pupille liegt, und die hintere Kammer, deren Inhalt Glaskörper heißt. Auch diese Substanzen sind nicht ideal in optischem Sinne, sie enthalten kleine Verunreinigungen, die sogenannten „*mouches volantes*", die gewöhnlich absolut nicht stören, die man aber (bei unbewaffnetem Auge) wahrnehmen kann, wenn man bei Sonnenschein nach dem blauen Himmel blickt. Im Fernrohr machen sie sich bisweilen recht unangenehm bemerkbar, natürlich sind sie tückisch genug, sich immer das interessanteste Detail auszusuchen. Endlich aber trifft der vielgeprüfte Lichtstrahl die Netzhaut, und man sollte meinen, daß seine Leiden jetzt zu Ende seien. Weit gefehlt, denn sie ist in mehrfacher Hinsicht ungleichartig. Ihre feinsten Elemente sind Stäbchen und Zapfen, und dieser disparate Aufbau gibt eine unübersteigbare Grenze für die Kleinheit der Bildelemente, die eben noch wahrnehmbar sind. Ferner ist die Empfindlichkeit der Netzhaut an den verschiedenen Stellen sehr ungleich. Dort, wo der Sehnerv eintritt — die Netzhaut ist ja seine Ausbreitung — liegt der „blinde" Fleck, der das Minimum der Lichtempfindlichkeit darstellt. Das Maximum der Sehschärfe liegt in der Mitte des „gelben Flecks" und wird Sehgrube genannt. Bisweilen ist es zur Wahrnehmung schwacher Objekte zweckmäßig, „indirekt" zu sehen, d. h. ihr Bild nicht in die Sehgrube fallen zu lassen. Störend wirkt oft das Auftreten der Nachbilder; das Auge hält den Lichteindruck eine gewisse Zeit fest. So erzeugt das glimmende Ende einer Zigarre, die im Dunkeln einigermaßen schnell bewegt wird, den Eindruck einer leuchtenden Kurve. Hierauf beruht es wohl, daß Laien, denen man im Fernrohr Doppelsterne gezeigt hat, solche überall mit bloßem Auge wahrzunehmen glauben. Durch eine unbewußte Drehung des Augapfels tritt ein neues Bild neben das Nachbild des alten. So behauptete eine Dame hartnäckig, die Duplizität des Sirius wahrzunehmen, und mußte sich dafür das Kompliment gefallen lassen, daß sie mit bloßem Auge etwas sehe, was kein Refraktor und Reflektor der alten Welt zeige.

Diese zuletzt aufgeführten Erscheinungen stehen schon auf der Grenze zwischen physiologischen und psychologischen. Leo Brenner betont mit vollem Recht, daß zum erfolgreichen Beobachten dreierlei gehöre: Ein gutes Fernrohr, günstige Luft und ein vorzügliches Auge, und daß die erste Bedingung am leichtesten zu erfüllen sei. Die Luftverhältnisse kann nur ein kleiner Kreis von Astronomen sich nach Wunsch aussuchen, da die übergroße Mehrheit aus sehr irdischen Gründen an einen Ort gebunden ist ohne Rücksicht auf seine astronomische Qualifikation. Das vorzügliche Auge ist eine Gabe, die die Natur den meisten versagt hat, aber auch schon das normale kann durch konsequente Übung astronomisch erzogen werden. Sollen aber die Ergebnisse einwandsfrei sein, so muß der Intellekt die Schwierigkeiten kennen, ihre Wirkungen abschätzen und mit scharfer Kritik das Beobachtete deuten. [2014]

Über die telegraphische Übertragung von Photographien.

Von Prof. Dr. ARTUR KORN.

Mit vier Abbildungen.

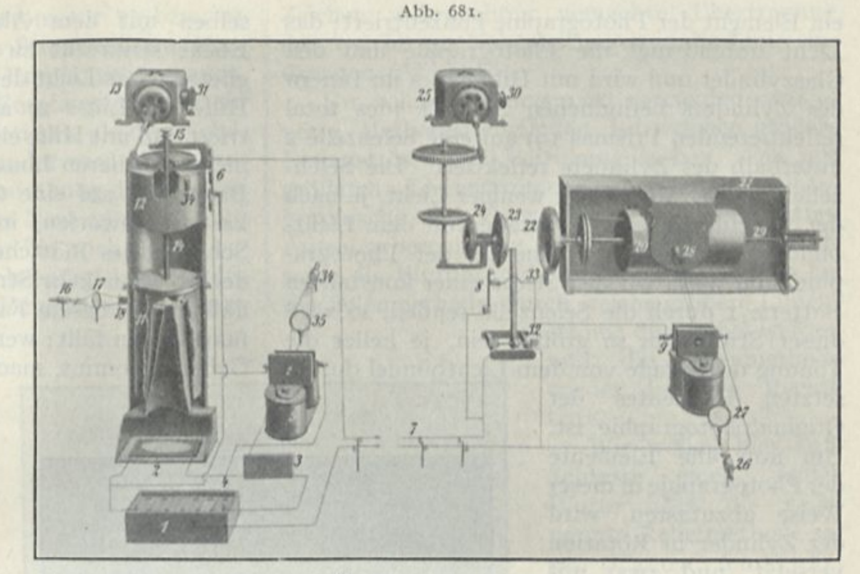
II.

Über die Selenmethode und die Reliefmethode.

Die Selenmethode bedient sich im Geber der Eigenschaft des Selens, unter der Einwirkung des Lichtes seinen elektrischen Widerstand zu verändern. Die Entdeckung dieser Lichtempfindlichkeit des Selens durch May und Smith im Jahre 1873 erweckte zuerst sehr sanguinische Hoffnungen; man glaubte nach dieser Entdeckung nun bald zu der Lösung des elektrischen Fernsehens schreiten zu können, erst die systematischen Versuche Bidwells in den achtziger Jahren zeigten die bedeutenden, hier noch zu überwindenden Schwierigkeiten, immerhin zeigten einige von Bidwell versuchte, sehr rohe Übertragungen mit 16 qmm Bausteinen, in welcher Richtung gearbeitet werden mußte, um die Selenmethode zu praktischen Übertragungen brauchbar zu machen. Neben günstig angeordneten Selenpräparaten (Selenzellen) braucht man empfindliche und rasch folgende Empfangs-

instrumente, und der sogenannten Selenträgheit muß wirksam begegnet werden. In der Tat folgt das Selen in seinen Widerstandsänderungen den Veränderungen der Belichtungen nicht instantan, sondern es behält gewissermaßen alle Eindrücke ein wenig zurück; eine Selenzelle, welche längere Zeit belichtet und plötzlich ins Dunkle gebracht wird, nimmt nicht sofort den großen Widerstand an, welchen sie besitzt, wenn sie längere Zeit im Dunkeln gelegen hat. Der Gedanke, welcher hier eine wesentliche Verbesserung gebracht hat, ist der folgende, welcher dem sogenannten „Selenkompensator" (Korn und Will, 1906) zugrunde liegt:

Abb. 681.

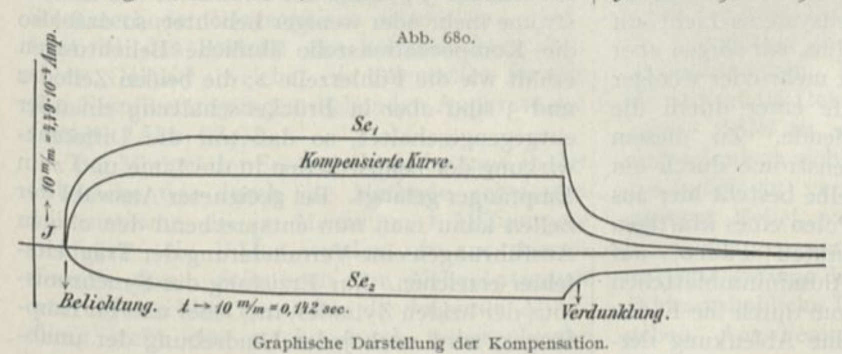


Die Apparatur zur telegraphischen Übertragung von Photographien mit Hilfe der Selenmethode.

Denken wir uns zwei Selenzellen in derselben Weise belichtet, und treffen wir eine Einrichtung, bei welcher sich die Wirkungen der beiden Zellen subtrahieren, so wird offenbar gar nichts resultieren, wenn die beiden Zellen völlig gleiche Eigenschaften haben. Man kann nun aber glücklicherweise Zellen mit sehr verschiedenen Eigenschaften konstruieren, solche, welche sehr empfindlich und sehr wenig träge sind, und solche, welche weniger empfindlich und sehr träge sind; wenn man zwei Zellen von solch verschiedener Natur einander entgegenschaltet, kann man erreichen, daß doch noch eine genügende Differenzwirkung vorhanden ist, daß aber in der Differenzwirkung die Trägheitserscheinungen wesentlich vermindert auftreten. Es wird dies durch eine graphische Darstellung am leichtesten klar werden (Abb. 680):

Betrachten wir zunächst die Wirkung einer plötzlichen Belichtung auf den durch eine empfindliche, wenig träge Zelle gesandten Strom einer konstanten Batterie. Im Anfang, wenn die Zelle ganz dunkel ist, ist der Widerstand der Zelle so groß, daß ein wahrnehmbarer Strom nicht vorhanden ist; bei plötzlicher Belichtung sollte nun, wenn die Zelle ganz ohne Trägheit wäre, der Strom ganz plötzlich ansteigen und dann fortdauernd gleich bleiben; man sieht aber, daß die (experimentell aufgenommene) Kurve stetig ansteigt (Kurve Se_1) und sich erst allmählich einer bestimmten oberen Grenze nähert. Dieselbe Kurve ist hier negativ für eine weniger empfindliche, wesentlich trägere Zelle aufgetragen (Se_2), und wenn man die Ordinaten der beiden Kurven subtrahiert, so gelangt man zu einer Differenzkurve, welche relativ erheblich rascher ansteigt und dann ziemlich genau auf derselben Höhe bleibt. Bei der Verdunkelung geht auch die Kurve wieder ziemlich rasch auf Null zurück.

Abb. 680.



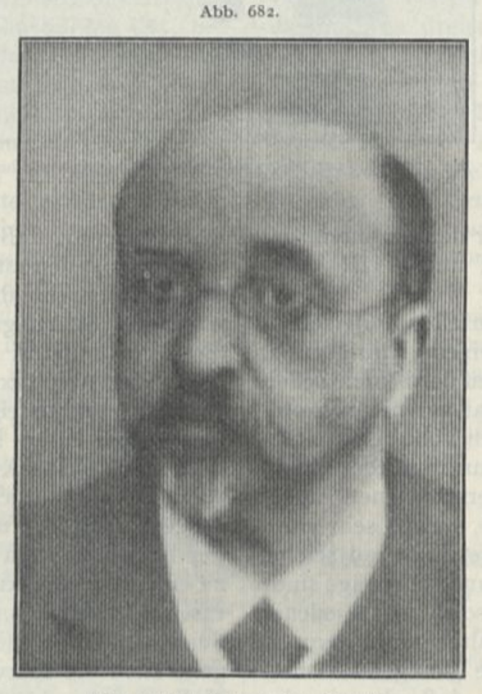
Graphische Darstellung der Kompensation.

Die Einführung des Selenkompensators und die Einführung des Saitengalvanometers in die Empfangsapparatur (die Art des benützten Saitengalvanometers werden wir weiter unten kurz beschreiben) haben die ersten Übertragungen von Photographien mit Hilfe der Selenmethode auf weite Entfernungen ermöglicht (Korn, von 1907 an), nachdem bereits in den Jahren 1902—1906 Laboratoriumsversuche und Schleifenübertragungen mit etwas primitiveren Mitteln gelungen waren (Abb. 681).

Auf der linken Seite sehen wir den Geber. Hier wird die zu übertragende Photographie als transparenter Film auf einen Glaszylinder 11 aufgewickelt und das Licht einer Nernstlampe 16 mit Hilfe eines Linsensystems 17, 18 auf

ein Element der Photographie konzentriert; das Licht durchdringt die Photographie und den Glaszylinder und wird mit Hilfe eines im Innern des Zylinders befindlichen Spiegels (des total reflektierenden Prismas 19) auf eine Selenzelle 2 unterhalb des Zylinders reflektiert. Die Selenzelle erhält so mehr oder weniger Licht, je nach der Durchlässigkeit des gerade von dem Lichtbündel durchsetzten Elementes der Photographie, und wenn wir den Strom einer konstanten Batterie 1 durch die Selenzelle senden, so wird dieser Strom um so größer sein, je heller die Tönung des gerade von dem Lichtbündel durchsetzten Elementes der Originalphotographie ist. Um nun alle Elemente der Photographie in dieser Weise abzutasten, wird der Zylinder in Rotation versetzt, und zwar mit Hilfe einer Schraube auf seiner Welle 14 so, daß er sich bei jeder Umdrehung ein klein wenig in der Richtung seiner Achse verschiebt. So wird die Photographie, Element für Element, Zeile für Zeile, zwischen der Lichtquelle und der Selenzelle durchgezogen, und die zum Empfänger wandernden Ströme entsprechen fortlaufend den Tönungen der einzelnen Elemente der Photographie. Ohne zunächst den im Geber hinzugefügten Selenkompensator zu beachten, beschreiben wir jetzt den Empfänger: Der Empfangsfilm, auf welchem die Photographie am Empfangsort photographisch reproduziert werden soll, ist auf einen Zylinder 20 aufgewickelt, der wieder drehbar eingerichtet ist und sich mit Hilfe einer Schraube 29 auf seiner Welle bei jeder Umdrehung ein klein wenig in der Richtung seiner Achse verschiebt. Die Nernstlampe 26 sendet mit Hilfe eines Linsensystems Licht auf ein Element des Empfangsfilms, wir sorgen aber dafür, daß von diesem Licht mehr oder weniger abgeblendet wird, mit Hilfe einer durch die Linienströme bewegten Blende. Zu diesem Zwecke leiten wir die Linienströme durch ein Saitengalvanometer 9; dasselbe besteht hier aus zwei feinen, zwischen den Polen eines kräftigen Elektromagneten ausgespannten Fäden, auf deren Mitte ein winziges Aluminiumblättchen aufgeklebt ist; wenn ein Strom durch die Fäden gesandt wird, ergibt sich eine Ablenkung derselben mit dem Aluminiumblättchen in der Ebene senkrecht zu den Kraftlinien des Magneten. Das Licht der Nernstlampe 26 wird mit Hilfe der Linse 27 auf das Blättchen konzentriert und mit Hilfe einer zweiten in dem Schema nicht sichtbaren Linse ein vergrößertes Bild des Blättchens auf eine Öffnung 28 des Empfangskastens geworfen, in solcher Weise, daß der Schatten des Blättchens die Öffnung grade verdeckt, wenn kein Strom vom Geber ankommt, daß also in diesem Falle kein Licht in den Empfangskasten fällt; wenn dagegen ein Strom vom Geber ankommt, macht der Schatten des Blättchens die Öffnung mehr oder weniger frei, je nach der Intensität der Linienströme; das in den Empfangskasten eintretende Licht wird noch durch eine kleine Linse auf ein Element des Empfangsfilms gesammelt, und so erhält dasselbe mehr oder weniger Licht, je nach der Intensität der Linienströme, d. h. je nach der Tönung des entsprechenden Elementes der Originalphotographie im Geber. Wenn Gebe- und Empfangszylinder sich synchron bewegen, muß also das Bild auf dem Empfangsfilm reproduziert werden.

Abb. 682.



Telegraphisch übertragenes Portrait. (Übertragungszeit 12 Minuten.)

Wir haben schließlich noch zweierlei zu besprechen, den Kompensator im Geber und die Synchronismuseinrichtungen. Der Kompensator im Geber hat die Selenzelle 3 (die Kompensationszelle) zu seinem Hauptbestandteil. Die Linienströme werden, bevor sie in die Telegraphenlinie eintreten, durch ein Saitengalvanometer 5 gesandt, welches dem Galvanometer im Empfänger ganz ähnlich ist und die Kompensationszelle 3 je nach der Intensität der Linienströme mehr oder weniger belichtet, so daß also die Kompensationszelle ähnliche Belichtungen erhält wie die Fühlerzelle 2; die beiden Zellen 2 und 3 sind aber in Brückenschaltung einander entgegengeschaltet, so daß nur die Differenzwirkung der beiden Zellen in die Linie und zum Empfänger gelangt. Bei geeigneter Auswahl der Zellen kann man nun entsprechend den obigen Ausführungen eine Verminderung der Trägheitsfehler erreichen. Zur Erzielung des Synchronismus der beiden Zylinder, im Geber und im Empfänger, wird nach jeder Umdrehung der unab-

hängig von je einem Elektromotor 13 bzw. 25 angetriebenen Zylinder ein Stromstoß zur Korrektur vom Geber zum Empfänger gesandt. Man läßt absichtlich den Empfangszylinder ein ganz klein wenig rascher rotieren als den Gebezylinder; der Empfangszylinder wird aber automatisch am Ende jeder Umdrehung durch einen Relaishaken 32, welcher eine Nase an dem Triebrade 22 erfaßt, angehalten, bis auch der Gebezylinder seine Umdrehung beendigt hat. In der Tat erfolgt die Drehung des Empfangszylinders 20 durch Reibungskuppelung mit Hilfe der beiden konischen aufeinander aufgeschliffenen Triebräder 22 und 23, welche in der Figur nur der Deutlichkeit halber ein wenig voneinander entfernt gezeichnet sind, in Wirklichkeit aber mit beträchtlicher Reibung aufeinander schleifen, wenn der Empfangszylinder angehalten wird. Sobald nun der Gebezylinder seine Umdrehung gleichfalls beendet hat und ein Nocken 34 an demselben den Umschalter 6 passiert, wird ein wesentlich stärkerer Stromstoß zum Empfänger gesandt, durch welchen der Relaishaken 32 zurückgezogen wird; in diesem Momente beginnt der Empfangszylinder seine neue Zeile, zu gleicher Zeit mit dem Gebezylinder.

Mit Hilfe dieser Methode wurden vom Jahre 1907 ab viele Photographien zwischen München und Berlin, Berlin und London, Manchester und London, Berlin und Kopenhagen, Kopenhagen und Stockholm übertragen; das hier folgende mit Hilfe der Selenmethode telegraphisch übertragene Portrait ist das Portrait des holländischen Physikers Giltay, welcher die Selenzellen für die den Fernübertragungen dienenden Apparate anfertigte (Abb. 682).

Der Mangel der Selenmethode bestand in der Schwäche der durch die Methode gelieferten Linienströme, die im Maximum 1 Milliampere betrugen; die Bilder wurden oft aus diesem Grunde durch Störungen von Nebenleitungen aus unbrauchbar gemacht; die folgende Abbildung stellt eine solche durch telegraphische Zeichen unbrauchbar gemachte Übertragung dar, welche aus Nebenleitungen in die Linie eindrangen (Abb. 683).

Abb. 683.



Durch Leitungsfehler zerstörte Übertragung.

Um solche Störungen zu vermeiden, war es nötig, Methoden zu finden, bei welchen größere Linienströme zur Verfügung stehen. Die mit größeren Linienströmen arbeitende, telautographische Methode werden wir in einem dritten Aufsatze beschreiben, und in einem vierten Aufsatze die Einführung von Zwischenklischees bei der Selenmethode, durch welche größere Linienströme disponibel werden und die Selenmethode wieder in ihre Rechte tritt.

Wir wollen hier zum Schlusse noch einige Worte über die sogenannte Reliefmethode sagen (Eaton, Amstutz, Belin). Bei dieser Methode wird das Bild im Geber als eine Photographie vorgelegt, in welcher die Tönungen durch das Relief des Bildes zum Ausdruck kommen (Kohle-, Pigmentdrucke). Ein Taststift, nach Art der Taststifte der Phonographen, tastet das Bild ab und wird je nach dem Relief des Bildes mehr oder weniger gehoben; dabei schaltet der Taststift mit Hilfe von Hebelwirkungen mehr oder weniger Widerstand in die Linie ein, so daß im Empfänger, ähnlich wie bei der Selenmethode, größere oder kleinere Ströme je nach der Tönung des zu übertragenden Elementes der Originalphotographie ankommen. Im Empfänger wird das Bild wieder auf photographischem Wege reproduziert; man könnte sich hier natürlich am besten wieder des Saitengalvanometers bedienen; Belin benützt aber im Empfänger die Ablenkungen von Oszillographenspiegeln. Die Schwierigkeit dieser Methode liegt im Geber: Wendet man ein ziemlich grobes Relief an, so springt der Taststift leicht und schmiegt sich nicht den einzelnen Phasen des Reliefs an; verwendet man dagegen ein sehr geringes Relief, so muß das Bild im Geber in ungemein genauer Weise aufgetragen werden, da ganz geringe Fehler in der Auftragung des Bildes erhebliche Fehler in der Übertragung ergeben. Aus diesem Grunde wird die praktische



Verwendung der Methode, welche in Laboratoriumsversuchen mit gut vorbereiteten Gebeklischees bereits ganz leidliche Resultate gegeben hat, stets große Schwierigkeiten haben. [1899]

Die Tätigkeit der Flugzeuge bei den Manövern.

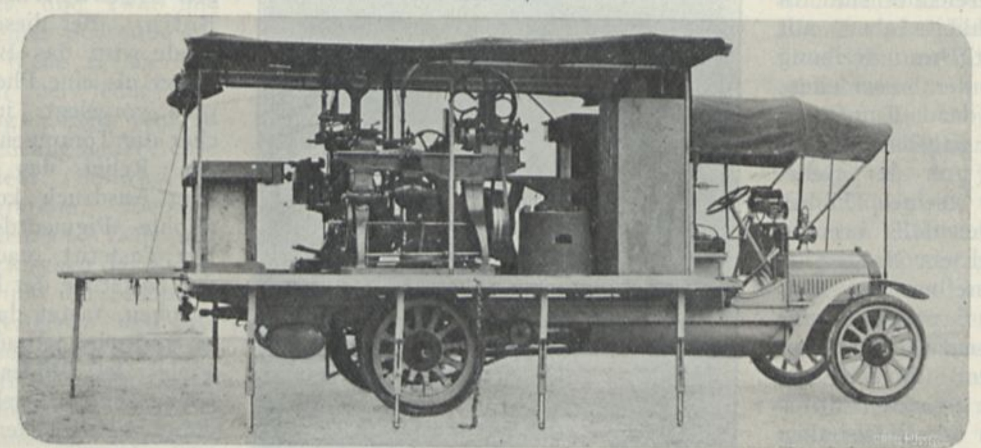
Von Feuerwerkshauptmann J. ENGEL *).

Mit einer Abbildung.

Nachdem in den letzten Jahren bei den Armeemanövern Flugzeuge in größerer Anzahl teilgenommen haben, kann die Versuchszeit als beendet angesehen werden und ist es nunmehr möglich, von ihrer Tätigkeit im Frieden auf die Verwendung im Kriege zu schließen. In Nr. 1193 des Jahres 1912 waren im „*Prometheus*“ Betrachtungen über die Aufgaben der Flugzeuge angestellt worden; soweit es gestattet ist, aus den immerhin spärlichen Veröffentlichungen Schlüsse hinsichtlich der kriegsmäßigen Anwendung des Erkundungsmittels und hinsichtlich der Ausbildung zu ziehen, muß anerkannt werden, daß in der kurzen Zeit recht Beträchtliches geleistet worden ist.

An den letztjährigen Truppenübungen waren auf deutscher wie französischer Seite je 36 Maschinen tätig, abgesehen von einigen Luftschiffen, welche in die Betrachtung nicht einbezogen werden sollen. Im allgemeinen wurde auf beiden Seiten die Tätigkeit der Flieger und Beobachter lobend hervorgehoben, so daß die Führer nach den eingehenden Erkundungen in die Lage versetzt worden sind, ihre Entscheidungen zeitgerecht zu treffen. In Schlesien war es z. B. möglich gewesen, das Ausladen von Truppen zu erkennen oder von einer vermehrten Eisenbahnbetriebstätigkeit und dem Fahren von Schanzzeugwagen auf die Verstärkung der einen Partei zu schließen. Im allgemeinen scheint — wie aus Frankreich besonders hervorgehoben wird — den Fliegern die Fernaufklärung — die strategische — das Absuchen weiter Geländeräume, das Erkennen von Marschkolonnen besser gelungen zu sein als die Nahaufklärung, weil sich die einzelnen Truppenabteilungen leichter der Sicht hätten entziehen können. Auch von deutscher Seite wird berichtet, daß die Flieger meist auf große Aufträge angesetzt worden seien: Erkundung entfernt liegender Geländeabschnitte, von Straßenzügen, Bewegungen von Reserven und Unterstützungen, Stellung von Artillerie. Der französische General Pau hat in seiner Kritik besonders hervorgehoben, daß die Aufklärung auf eigener Seite, das Auseinanderhalten der eigenen Truppen nicht immer gelungen sei.

Abb. 684.



Saurer-Werkstattwagen als fliegende Reparaturwerkstätte für Automobile und Flugzeuge.

Es wurde die Erfahrung gemacht, daß trotz der Tätigkeit in der Luft die Kavallerie nicht entbehrt werden kann; beide müssen sich in der Erkundung ergänzen.

Von Interesse sind die Lehren, welche sich für die marschierende Truppe ergeben haben, um sich dem Erkanntwerden zu entziehen.

Die Bewegungen größerer Truppenmassen sind möglichst in die Nachtstunden zu verlegen; bei Tage sind mit Bäumen bepflanzte Wege zu wählen, die die Aufklärung erschweren. Hierbei sollen recht unregelmäßige Abstände innerhalb der Marschkolonnen eingehalten werden, damit den Beobachtern das Abzählen der Einheiten nach den Abständen unmöglich gemacht wird. Die Halte sind in Wälder, in Dörfer oder in deren Nähe zu verlegen; auch offene Biwaks sind zu vermeiden, da sich aus der Ausdehnung

*) Vgl. „*Mitteilungen über Gegenstände des Artill.- u. Geniewes.*“ Herausgegeben von dem K. u. K. Techn. Militärkomitee. Verlag von d. Verlagsakt.-Ges. vorm. R. v. Waldheim, Jos. Eberle & Co., Wien.

derselben die Truppenstärke leicht feststellen läßt. Größere Truppenmassen werden sich der Sicht nur schwer entziehen können, dagegen waren in den Manövern kleine Abteilungen oder Kavalleriepatrouillen in ruhiger Gangart meist nicht zu erkennen. Die Truppen müssen es sich zur Aufgabe machen, jede Bewegung beim Nahen eines Flugzeuges einzustellen. Schützengräben, in Stellung befindliche Batterien sind durch Überdecken mit Zweigen, Erzeugnissen des Feldes oder Wagenplanen zu maskieren und den Bodenverhältnissen anzupassen.

Als vorbildlich kann die Organisation des Flugzeugtrains auf französischer Seite angesehen werden. Hier waren, wie auch in Deutschland und in anderen Ländern, Abteilungen — Eskadrillen — zu je 6 Flugzeugen gebildet. Diese bildeten die erste Staffel. Jede Eskadrille verfügte über 6 Zugwagen (*tracteurs automobiles*) mit Betriebsstoffen, Ersatzteilen, einem Zelt, Verpflegung und Bemannung; ferner waren zugeteilt ein Rettungswagen, ein Personenlastkraftwagen für den Kommandanten der Eskadrille, zwei Kraftfahrräder zur Herstellung der Verbindung zwischen dem Park und dem Chef des Flugdienstes bei dem Armeekommando.

Als zweite Staffel folgten und schlossen täglich zur ersten Staffel auf zwei Vorratswagen mit Benzin und größeren Vorratsteilen sowie zwei Werkstattwagen. Diese tragen Werkzeugmaschinen aller Art, die durch einen Elektromotor angetrieben werden; die Seitenwände sind herabklappbar eingerichtet und dienen als Arbeitstische für die verschiedenen Professionisten. Abb. 684 zeigt die Einrichtung eines nach diesen Grundsätzen erbauten Werkstattwagens der Firma Adolph Saurer in Lindau.

Auf Tagesmarschentfernung folgte ein Reservepark mit Ersatzflugzeugen, Motoren, Verbrauchsstoffen und Ersatzteilen jeder Art und Ersatzmannschaften. Diese Gliederung soll sich vorzüglich bewährt haben.

An der Spitze jeder Eskadrille stand ein Hauptmann; bei jeder Armee befand sich ein höherer Generalstabsoffizier als Chef des Flugdienstes, von dem ein zweiter Generalstabsoffizier die Aufträge zum Erkunden erhielt. Als Aufklärer waren besonders vorgebildete Generalstabsoffiziere tätig.

Von dem deutschen Train ist bekannt geworden, daß für jedes Flugzeug ein vierrädriger, von der Berliner Wagenbaufirma Lange & Gutzeit erbauter Flugzeugtransportwagen vorgesehen war, außerdem je ein Kavallerie-Lastkraftwagen zum Nachführen eines Zeltes, sowie von Ersatzteilen und Betriebsmitteln. [1993]

Abb. 685.



Eisernes Baugerüst an den Türmen der Andreaskirche in Braunschweig.

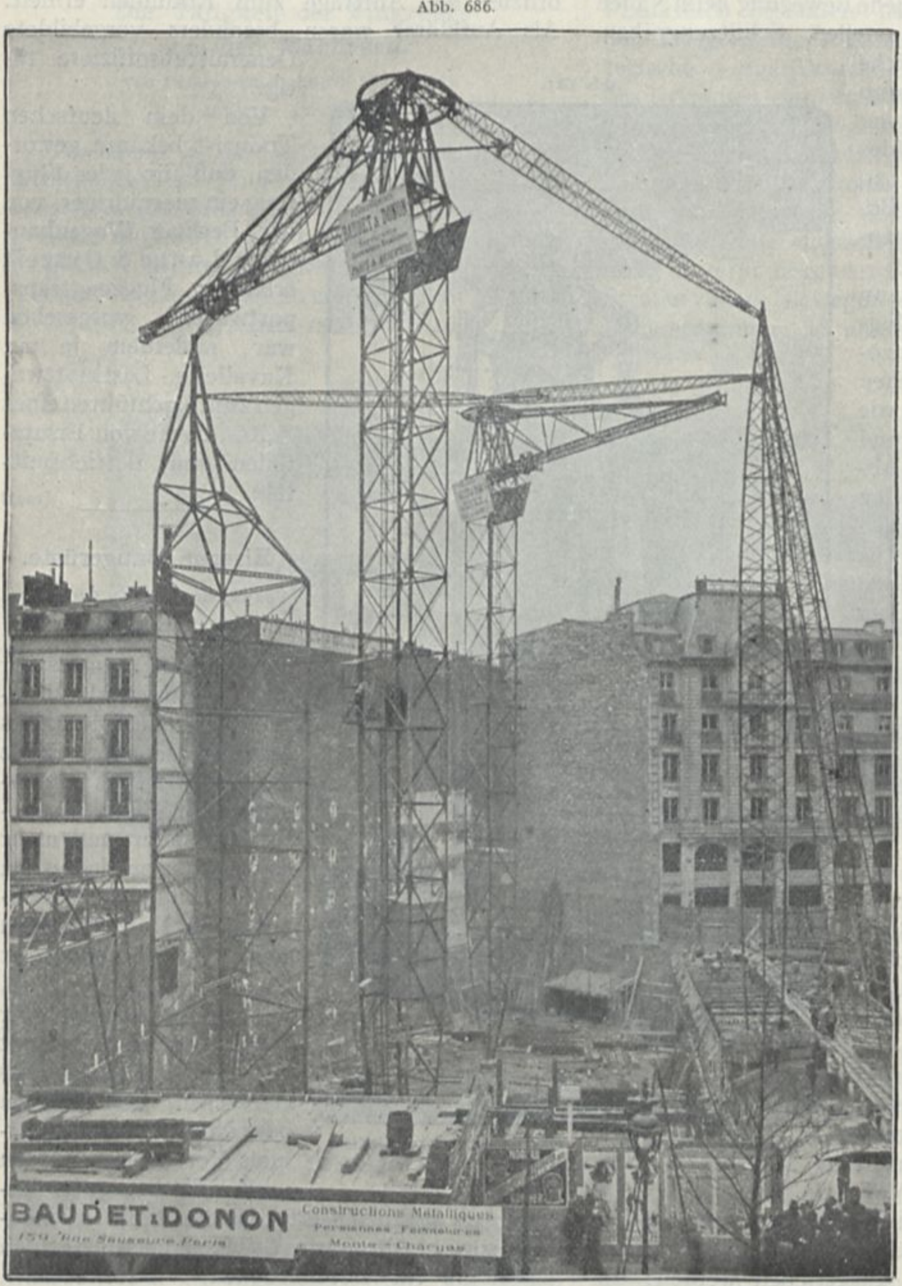
Eiserne Baugerüste.

Von Oberingenieur O. Bechstein.
Mit vier Abbildungen.

Während man bis vor einigen Jahren als Material für Baugerüste nichts anderes als das Holz kannte, beginnt neuerdings das Eisen im Gerüstbau mehr und mehr Anwendung zu finden, da es sich in mancher Beziehung dem Holz überlegen zeigt. Ganz besonders ist das überall da der Fall, wo ein Baugerüst für längere Zeit gebraucht wird und wo ein solches Gerüst für den gleichen oder ähnlichen Bau mehrmals Verwendung finden muß. Wir begegnen deshalb den eisernen Gerüsten zuerst im Brückenbau, sowohl für eiserne Brückenbogen, wie auch besonders für Betonbrücken, Viadukte usw., da hier neben der leichteren Wiederverwendbarkeit des Gerüstes besonders der Umstand ins Gewicht fällt, daß bei der längeren Bauzeit das Holzgerüst unter den Witterungseinflüssen so stark leidet, daß größere Holzmengen nach dem Abbruch des Gerüstes völlig wertlos geworden sind. Von Bedeutung ist auch die größere Sicherheit der Festigkeits- und Stabilitätsberechnungen für ein Eisengerüst, dessen Festig-

keit auch während des Baues durch die erwähnten Witterungseinflüsse nicht entfernt in dem Maße beeinträchtigt werden kann wie bei Holz. Außer im Brückenbau finden aber Eisengerüste auch im Hochbau schon vielfach Anwendung, wenn diese sich in der Hauptsache auch noch auf größere Bauausführungen beschränkt. Ein gutes Beispiel eines solchen eisernen Baugerüstes zeigt die umstehende Abb. 685. Die Dauer der Ausbesserungsarbeiten an den aus dem 13. Jahrhundert stammenden Türmen der Andreaskirche in Braunschweig war auf 5—6 Jahre veranschlagt, und neben dieser langen Bauzeit gab auch die Möglichkeit, Personen- und Lastenaufzüge sowie bewegliche Arbeitsbühnen leichter und betriebssicherer als bei einem Holzgerüst einbauen zu können, den Ausschlag zugunsten des Eisengerüstes, das sich in der Herstellung nur ganz unwesentlich teurer stellte. Eine weitere interessante Ausführung eines eisernen Baugerüstes beim Bau eines großen Geschäftshauses in Paris zeigt die Abb. 686. Die beiden Krantürme, deren Kranarme jeder einen vollen Kreis mit 20 m Radius beschreiben können, sind durch eiserne Gitterträger mit einem senkrecht stehenden und einem geneigten Stützpfeiler verbunden, so daß die Standfestigkeit des ganzen Gerüstes gesichert ist. Die Krane von je 5 t Tragkraft bestreichen nicht nur die ganze Baustelle, sondern auch noch die benachbarten Straßen, so daß die auf diesen angefahrenen Baumaterialien direkt von den Wagen vom Kran erfaßt und entweder direkt an die Gebrauchsstelle gebracht oder, wenn nötig, an den zweiten Kran weitergegeben werden können. Weit häufiger als diese festen Baukrane finden die auf dem Gerüst verschiebbaren Krane (Abb. 687) Anwendung, die auch in Verbindung mit Holzgerüsten gebraucht werden können, auf eisernen Gerüsten aber durchweg sicherer und rascher arbeiten dürften. Außer derartigen Eisengerüsten für große Bauausführungen kom-

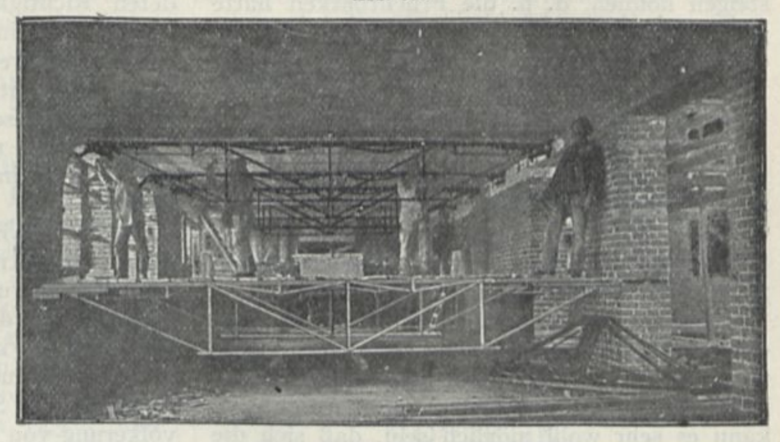
Abb. 686.



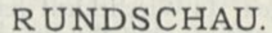
Bau- und Krangerüst beim Bau eines großen Geschäftshauses in Paris.

men aber auch solche für kleinere Bauten und für Innenarbeiten, besonders für Deckenausbau, zur Anwendung, wie solche in Abb. 688 dargestellt sind. Diese Gerüstunterzüge lassen sich durch Zusammenschieben in ihrer Länge den jeweiligen Raumverhältnissen vollständig anpassen, können also überall immer wieder verwendet werden. Schließlich sind noch die schon sehr viel gebrauchten eisernen Gerüstböcke zu erwähnen, die in der Höhe verstellbar sind und auch in der Hauptsache für Innenarbeiten, zum Tragen der aus Holzdielen hergestellten Arbeitsbühnen Verwendung finden. [2114]

Abb. 688.



Putzgerüst auf eisernen Unterzügen.

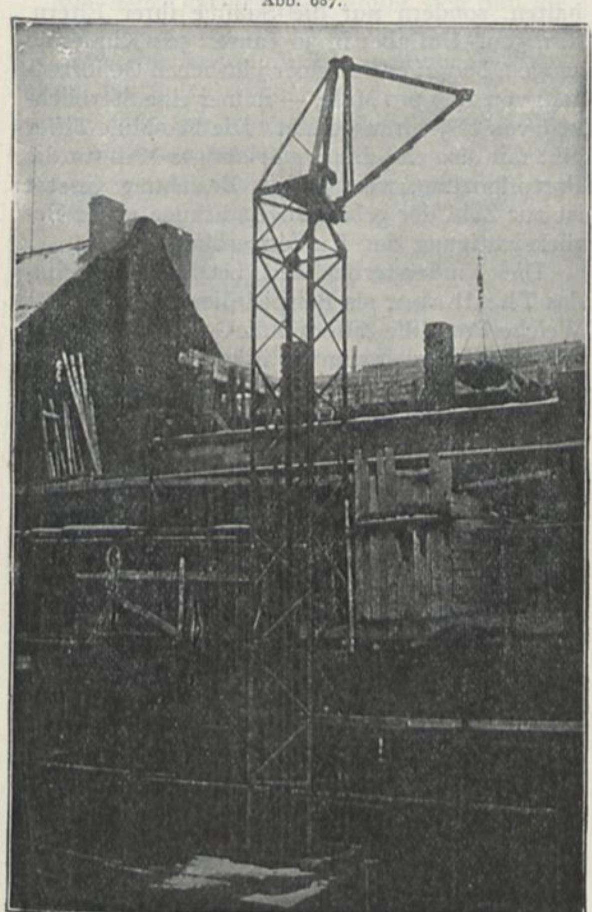


RUNDSCHAU.

(Die Bestimmung der Fortpflanzungsziffer.)

Zu den wichtigsten innerpolitischen Problemen unserer Zeit gehört das der Bevölkerungsbewegung. Der „Geburtenrückgang" und seine Folgeerscheinungen sind zu einer internationalen Kalamität geworden, unter der mehr oder minder, allerdings mit starken graduellen Unterschieden, alle europäischen Völker leiden. Nur, daß man sich bisher auf keine Form der Berechnung einigen konnte, aus der sich Resultate ergaben, die unanfechtbar schienen und ganz bestimmte Schlüsse für die Zukunft zuließen.

Abb. 687.



Verfahrbarer Baukran.

Freilich die, welche auf keinen Preis etwas vom generellen Abstieg der Zeugungskraft oder des Zeugungswillens im Volke hören wollen, machen sich die Sache leicht. Sie weisen auf, daß wir in Deutschland z. B. einen nicht zu verachtenden Geburtenüberschuß haben, d. h., die Zahl der jährlichen Geburten ist durchschnittlich größer, als die der Sterbefälle. Solange es ein solches Plus der Geburten gegenüber den Sterbefällen der gleichen Zählperiode noch gibt, kann nicht davon die Rede sein, daß die Fortpflanzung nicht mehr genüge, um das Volk zahlenmäßig auf der Höhe zu halten.

So einleuchtend dieses Argument scheint, so falsch ist es. Das Maß der Fortpflanzung ist von der ständig schwankenden Sterbeziffer in keiner Weise abhängig. Ein Geburtenüberschuß wird von zwei verschiedenen Zahlen beeinflußt, deren Kurven ganz unabhängig voneinander laufen. Angenommen z. B., es stehen in einem Jahr in einer Stadt von 3000 Einwohnern 100 Geburten 75 Todesfälle gegenüber, so ergibt das einen Geburtenüberschuß von 25 Seelen. Im folgenden Jahre bleibt die Geburtenziffer die gleiche, die Sterbeziffer aber steige infolge eines kalten Winters, der mehr alte Leute hinwegrafft, auf 110. Es liegt jetzt kein Geburtenüberschuß vor, sondern ein Manko an Geburten. Nach Meinung derer, die auf den „Geburtenüberschuß" schwören, müßte jetzt eine nicht genügend starke Fruchtbarkeit zu konstatieren sein. Ja, die Geburtenziffer hätte ruhig noch bis auf 110

steigen können, d. h. die Fruchtbarkeit hätte getrost um 10% wachsen können, und doch wäre damit nur gerade ein Balancieren der Bevölkerungsziffer bewirkt worden, Geburten und Todesfälle hätten sich gerade die Wage gehalten.

Diese Gegenüberstellung zeigt, daß es falsch ist, die Fruchtbarkeit nach dem Geburtenüberschuß zu bewerten. Dieser Überschuß zeigt nur die objektive Vermehrung an, läßt aber keine Schlüsse zu darüber, ob die natürliche Vermehrung durch Fortpflanzung genügt oder nicht.

Ebensowenig kann man ohne Korrektur aus der Pro-Mille-Berechnung der Geborenen auf je tausend Lebende Schlüsse ziehen. Wenn ich drei Dörfer mit je tausend Einwohnern betrachte, so kann es sehr wohl möglich sein, daß sich die Geburtenziffern wie 25 : 34 : 48 verhalten. Steht nämlich in dem einen Dorf ein hoher Prozentsatz der Bewohner in nicht mehr zeugungsfähigem Alter, so ist es nur natürlich, daß es hier weniger Geburten gibt, als in einem zweiten, in welchem der Prozentsatz der Geschlechtsreifen normal ist, und dieses wird wiederum übertroffen von einem dritten, in dem die Zeugungsfähigen in der Mehrzahl sind. Um einmal Extreme zu nehmen: in einer von jungen Individuen beiderlei Geschlechts frisch gegründeten Kolonie muß mit Naturnotwendigkeit ein sehr hoher Prozentsatz Geburten vorkommen, während auf einem Kriegsschiff mit vielen Tausend Mann Besatzung keine einzige Geburt vorkommen kann, — da es vollständig an Frauen gebricht. Trotzdem wird niemand die starke Zeugungsfähigkeit dieser Männer im besten Alter bezweifeln.

Sowohl der Geburtenüberschuß wie die Pro-Mille-Berechnung versagen also vollständig, wo es gilt, den Wert der Geburtenziffer als Fortpflanzungsfaktor zu würdigen. Diese Feststellung ist für uns besonders deshalb wichtig, weil man uns den Geburtenüberschuß stets als Beruhigungsmittel vorgehalten hat.

Es ist nun das Verdienst des Berliner Arztes und Statistikers mit Namen Felix A. Theilhaber, den Begriff der „Fruchtbarkeit“ ausreichend definiert zu haben. In seinem sehr lesenswerten Buche: *„Das sterile Berlin“**) zeigt Theilhaber, daß der Wert der Fortpflanzung danach zu bemessen sei, ob unter Einberechnung des gravierenden Einflusses der Kindersterblichkeit der natürliche Nachwuchs einer Generation zeugungsfähiger Menschen numerisch geeignet ist, diese Generation zu ersetzen, resp. zahlreicher zu werden als diese oder nicht. Fruchtbarkeit ist also nicht das Verhältnis der Geborenen zu den Toten, auch nicht das der Geburten zu der Gesamtheit der Lebenden, sondern das der Erzeugten zu ihren Erzeugern! Diese Norm gefunden zu haben, deren Richtigkeit ohne weiteres einleuchten dürfte, ist ein Verdienst, dessen Segen wir erst spüren werden, wenn man sich allgemein daran gewöhnt haben wird, das Geburtenproblem unter diesem Gesichtswinkel zu betrachten.

Wie stellt man an Hand dieser Definition nun fest, ob ein Fruchtbarkeitsgrad genügt oder nicht?

Nehmen wir einmal an, — was tatsächlich sehr häufig zutrifft, — daß sich unter 1000 Seelen einer Bevölkerung stets 500 Personen im Fruchtbarkeitsalter, d. h. im Alter von 15—45 Jahren befinden. Es kämen dann auf diese 1000 Personen 250 Frauen, verteilt auf die verschiedenen Altersstufen. Sollen diese 250 Frauen die Bevölkerung von 1000 Menschen konstant halten, so müßten sie im Zeitraum von 30 Jahren wiederum 1000 Kinder zeugen. Es kämen also auf jede Frau 4 Geburten (hier ist eine Kindersterblichkeit von 0% angenommen), und in jedem Jahr müßten durchschnittlich 33,33 Geburten erfolgen. In Wirklichkeit genügt es aber für die Beurteilung der Fruchtbarkeit schon, wenn die Zahl der Erzeugten zu der ihrer Erzeuger in Beziehung gesetzt wird. Die Nachkommenschaft der 250 Frauen hat nicht eine Bevölkerung von 1000 Personen konstant zu halten, sondern nur die Summe ihrer Eltern, d. i. 500. Um aber in 30 Jahren 500 Kinder zu zeugen, bedarf es nur einer jährlichen Geburtenzahl von 16,6 pro Mille, — immer eine Sterblichkeit von 0% vorausgesetzt. Die Pro-Mille-Ziffer gibt mir also erst dann ein richtiges Maß für die Fortpflanzung, wenn sie in Beziehung gesetzt ist zur Zahl der gebärfähigen Frauen unter Berücksichtigung der Kindersterblichkeit.

Die Kindersterblichkeit beträgt in Berlin, das Theilhaber als Beispiel dient, heute 15%. Welche Pro-Mille-Ziffer für die Geburten gibt nun den Gleichgewichtspunkt an?

Da 15% der Geborenen sterben, so müssen 250 Berliner Frauen in dreißig Jahren statt 500 Kinder 575 zeugen; auf jedes Jahr kommen also 19,2 Geburten, auf jede Frau 2,3 Kinder. In Wirklichkeit kommen auf 1000 Menschen in Berlin 280 gebärfähige Frauen. Diese müßten also in dreißig Jahren 560 Kinder zeugen, d. h. jede Frau müßte durchschnittlich bei einer Sterblichkeit von 15% wiederum 2,3 Kinder zeugen. Das Exempel stimmt also: eine Kindersterblichkeit von 15% angenommen, halten 2,3 Geburten pro Frau und in diesem Falle 21,4 pro Mille pro Jahr die Bevölkerung Berlins im Gleichgewicht.

Da Berlin tatsächlich aber nur 2,1 Geburten pro Frau und 18,16 pro Mille im Jahre hat, so hat Theilhaber den Beweis der Unterfrüchtigkeit der Reichshauptstadt erbracht. Trotzdem Berlin einen nicht unbeträchtlichen Geburtenüberschuß hat, reicht die er-

*) Bei Ernst Marquardt, Berlin 1913.

zeugte Generation nicht aus, die erzeugende numerisch zu ersetzen, vielmehr wird der Nachwuchs der heutigen Berliner um eine Viertelmillion geringer sein, als die Zahl derer, die sie hervorbringen. —

Wie man berechnet, wie viel Kinder tausend Frauen durchschnittlich in einem Jahre zeugen müssen, um die Bevölkerung auf dem Status quo zu erhalten, zeigt folgendes Beispiel:

Nach Boeckh starben von je 1000 Geborenen in Berlin im Zeitraum 1876/80 501 männliche und 468 weibliche. Damit also je 1000 vollreife Menschen daraus würden, mußten 1501 männliche und 1468 weibliche Kinder geboren werden. Die Sterblichkeit betrug ungefähr 33,3%, und tausend Frauen mußten daher 3000 Kinder gebären, damit die 2000 Eltern ersetzt würden. Um die Bevölkerung des obengenannten Zeitraumes zu ersetzen, mußten je 500 Frauen in 30 Jahren 1501 + 1468 = 2969 Kinder zeugen, in einem Jahr also 99,2. Da damals die Berliner Fruchtbarkeit 149 pro Mille betrug, so ergab es einen Fruchtbarkeitsüberschuß von 50 pro Mille, der eine Steigerung der Bevölkerung durch Fortpflanzung darstellte. 1910 dagegen war sie um ca. 17% zu gering!

Aus dem Obengesagten ergibt sich nun die Formel für die Zahl, die angibt, wieviel pro Mille Geburten eine bestimmte Bevölkerung konstant halten, folgendermaßen:

a = pro Mille der Kindersterblichkeit unter den männlichen Geburten,

b = pro Mille der Kindersterblichkeit unter den weiblichen Geburten.

Formel

$$X = \frac{2000^{*}) + a + b}{30}.$$

Sind nur generell die pro Mille der Kindersterblichkeit angegeben und diese gleich a, so lautet natürlich die Formel

$$X = \frac{2000 + a}{30}.$$

Dieses Resultat gibt stets die Konstante, der Vergleich der wirklichen Fruchtbarkeitsziffer eines bestimmten Zeitabschnittes mit ihr ergibt dann den Grad der Überfrüchtigkeit oder Unterfrüchtigkeit.

Mit dieser Formel ist zum erstenmal durch Theilhaber ein Mittel geschaffen worden, die Bevölkerungsbewegung richtig zu bewerten. Die ersten Erfolge dieser neuen Methode hat er selbst in seinem Buche geerntet. Denn nur durch diese Formel gelang ihm der Nachweis, daß alle deutschen Großstädte an Unterfrüchtigkeit leiden und in der Bevölkerungszahl ständig zurückgehen würden, wenn nicht der starke und unaufhaltsame Zuzug vom Lande wäre. Dadurch wird auch die „Landflucht" in ein ganz anderes Licht gerückt, denn man wird sie jetzt nicht nur nach der wirtschaftlichen Seite allein beachten, sondern in ihr auch ein Degenerationsproblem erblicken. Was aber alles durch die Theilhabersche Formel an richtigen Gesichtspunkten und Schlußmöglichkeiten geboten worden ist, kann erst die Zukunft lehren.

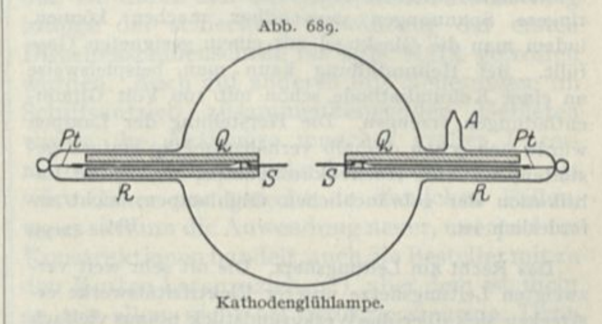
H. Klötzel. [2056]

*) Da 2000 Menschen einer Bevölkerung nach unserer Regel 1000 im zeugungsfähigen Alter stehende enthalten.

NOTIZEN.

Die Kathodenlampe, eine neue elektrische Glühlampe. (Mit einer Abbildung.) Bei elektrischen Entladungen im luftverdünnten Raume erwärmt sich die Anode nur wenig, die Kathode aber verhältnismäßig stark, weil der Entladungswiderstand zum weitaus größten Teil an der Kathode liegt, wo zwischen der Kathode und der negativen Glimmlichtschicht ein bedeutendes Kathodengefälle herrscht, zu dessen Überwindung die meiste elektrische Energie verbraucht

Abb. 689.



Kathodenglühlampe.

wird. Daher die stärkere Erwärmung der Kathode, die Dr. H. Greinacher in Zürich zur Konstruktion einer neuen elektrischen Glühlampe benutzt hat*), indem er die Kathodentemperatur bis zu heller Weißglut steigerte. Die beistehende schematische Skizze zeigt den Aufbau der Lampe. An eine Glaskugel von 14 cm Durchmesser sind zwei gegenüberliegende Ansatzröhren *R R* angeschmolzen, deren eine den Ansatz *A* zum Anschluß der Vakuumpumpe trägt. In den Ansatzröhren sind dickwandige Röhren aus gegossenem Quarzgut *Q Q* so angeordnet, daß sie ein Stück in die Kugel hineinragen. In diese Quarzröhren sind Elektroden *S S* aus gleichem Material wie die Stifte der Nernstlampe eingekittet und durch Anschlußdrähte mit den Einschmelzdrähten *Pt Pt* verbunden. Wird diese Lampe, in deren Inneren ein Vakuum von einigen Millimetern Quecksilbersäule herrscht, nun in einen Wechselstromkreis von 1000 Volt Spannung eingeschaltet, so gehen zunächst vom eingekitteten Ende der Nernststifte blaue Glimmentladungen aus, die rasch bis zur Spitze der Stifte fortschreiten, so daß diese ganz von blauem Glimmlicht umgeben sind. Dabei erwärmen sich die Stifte sehr stark, ihre Leitungsfähigkeit steigt infolgedessen, die Stromstärke

*) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 5. März 1914.

wächst, und innerhalb weniger Sekunden geraten die Stifte in helle Weißglut. Bei der Auswahl eines geeigneten Materials für die Elektroden mußte besonders danach getrachtet werden, einen Stoff zu finden, welcher der bekannten Kathodenzerstäubung nicht ausgesetzt ist, da diese sonst die Lampe in sehr kurzer Zeit unbrauchbar gemacht hätte. In den Nernststiften, die erst mit steigender Erwärmung zu guten Elektrizitätsleitern werden, scheint ein sehr brauchbares Material gefunden zu sein, das gegen Kathodenzerstäubung sehr widerstandsfähig ist und dessen Temperatur auch so hoch getrieben werden kann, daß man auf einen guten Nutzeffekt der Lampe wird rechnen dürfen. Die erste von Greinacher konstruierte Lampe brauchte für 50 Kerzen allerdings 90 Watt, doch wird man durch entsprechende Wahl des Vakuums und geeignete Form der Elektrodenstifte den Stromverbrauch noch erheblich herabsetzen können. Insbesondere darf, wenn man einen guten Nutzeffekt der Lampe erhalten will, das Vakuum nicht zu hoch getrieben werden, da sonst das Glimmlicht und damit die Kathodenstrahlen auch die Glaswand der Kugel erreichen und diese, natürlich unter entsprechendem Energieverbrauch, erwärmen, ein Energieverbrauch, der aber die Helligkeit der Lampe nicht steigert, weil er der Temperatur der glühenden Stifte nicht zugute kommt. Zunächst erscheint die neue Kathodenlampe nur für sehr hohe Netzspannungen geeignet, doch wird man sie auch für geringere Spannungen verwendbar machen können, indem man die Glaskugel mit einem geeigneten Gase füllt. Bei Heliumfüllung kann man beispielsweise an einer Kaliumkathode schon mit 100 Volt Glimmentladungen erzeugen. Die Herstellung der Lampen würde sich schon deshalb verhältnismäßig einfach gestalten, weil eine Hochvakuumpumpe, wie bei der Fabrikation der gebräuchlichen Glühlampen, nicht erforderlich ist. Bst. [2133]

Das Recht am Leitungsnetz. Die oft sehr weit verzweigten Leitungsnetze unserer Elektrizitätswerke erstrecken sich über das Werkgrundstück hinaus vielfach über viele fremde Grundstücke, und es kann deshalb bei Verkäufen von Elektrizitätswerken, hypothekarischen Belastungen solcher und anderen das Werkgrundstück betreffenden Rechtsgeschäften sehr leicht die Frage auftauchen, in welchem rechtlichen Verhältnis die über fremde Grundstücke führenden Teile des Leitungsnetzes zum Eigentumsrecht am Werkgrundstück stehen. Soweit solche Teile des Leitungsnetzes mit fremden Grundstücken untrennbar so verbunden sind, daß sie ohne Änderung ihrer technischen Struktur nicht mehr vom Grundstück getrennt werden können — in Gebäuden in den Wänden unter dem Putz verlegte Leitungen z. B. —, geht, wie allgemein bekannt sein dürfte, das Eigentum an den Leitungen ohne weiteres an den Grundstückseigentümer über. Der weitaus größte Teil eines Leitungsnetzes — Kabel und Freileitungen — ist aber mit fremden Grundstücken nicht so verbunden, daß er mit diesen eine untrennbare Einheit bildete, und das Eigentumsrecht an diesem Teile des Leitungsnetzes wird*) infolgedessen nicht ohne weiteres durch den Eigentümer des fremden Grundstückes erworben. Der Eigentümer des Werkgrundstückes bleibt vielmehr nach der Judikatur des Reichsgerichtes und verschiedener Oberlandesgerichte und in Übereinstimmung mit dem Bürgerlichen Gesetzbuch auch Eigentümer der über fremde Grundstücke führenden Teile des Leitungsnetzes, soweit diese nicht, wie oben näher ausgeführt, untrennbar mit fremden Grundstücken verbunden sind. Das Leitungsnetz gilt nämlich als „Zubehör" des Elektrizitätswerkes und damit des Werkgrundstückes, und es verliert diesen Charakter als Zubehör auch nicht dadurch, daß es in einzelnen Teilen unter Umständen viele Kilometer vom Werkgrundstück entfernt liegt, denn das Leitungsnetz dient einmal im Sinne des Gesetzes „den wirtschaftlichen Zwecken des Werkgrundstückes", es ist ferner der vom Gesetz außer dem wirtschaftlichen noch weiter geforderte „räumliche Zusammenhang" zwischen dem Werkgrundstück und dem Zubehör Leitungsnetz vorhanden, da die Enden der Kabel und sonstigen Fernleitungen stets fest mit den Werksanlagen verbunden sein müssen. Teilweise ist das Leitungsnetz aber auch schon als „wesentlicher Bestandteil" des Werkgrundstückes angesehen worden. In diesem Falle gibt es am Leitungsnetz auch keine selbständigeh fremden Rechte, während Eigentumsvorbehalt, Pfändungsmöglichkeit usw. am Leitungsnetz vorliegen, wenn dieses nur als Zubehör des Werkgrundstückes angesehen wird. Bst. [2080]

*) Nach *Elektrotechn. Anzeiger* 8 1. 1914, S. 38

Ein Tunnel unter dem Rhein, der allerdings weniger den allgemeinen Verkehrsinteressen als denen des niederrheinischen Steinkohlenbergbaues dient, ist vor kurzem vollendet worden. Im vergangenen Jahre hat die Bergwerksgesellschaft Diergardt einen Verbindungsstollen zwischen ihrer auf dem rechten Rheinufer gelegenen Schachtanlage Diergardt II und der linksrheinischen Zeche Diergardt I in Angriff genommen, der den Verkehr zwischen den beiden Gruben erleichtern soll und den Rhein in der Nähe von Duisburg unterfährt. Der Bau wurde von beiden Seiten gleichzeitig in Angriff genommen, und nunmehr ist der Durchschlag erfolgt. Bst. [2134]

Telephon-Postkarten sind eine postalische Neuheit, welche die Postverwaltung der Vereinigten Staaten kürzlich eingeführt hat. Außer der Adresse ist auf diesen Karten die Telephonnummer des Adressaten anzugeben, so daß diesem gleich bei Ankunft der Karte am Bestimmungsorte deren Inhalt telephonisch zugesprochen werden kann. Außerdem werden natürlich die Karten beim nächsten Bestellgang wie gewöhnlich bestellt. Bst. [2117]

BÜCHERSCHAU.

Sieveking, Prof. Dr. H., *Moderne Probleme der Physik*. Vorträge. VI, 146 S. 8°. Mit 21 Abbildungen im Text. Preis geh. 4,50 M., geb. 5,50 M. Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Man muß es dem Verfasser Dank wissen, seine Vorträge über moderne Probleme der Physik in Druck gegeben zu haben. In klarer Sprache, die auch auf die mathematischen Ableitungen eingeht, behandelt er die Elektronentheorie, die Radioaktivität (die Radioaktivität der Quellen, Größe und Zahl der Moleküle), die Röntgenstrahlen, neuere Elektrodynamik und Relativitätsprinzip, Fortschritte der Thermodynamik (Plancks modifizierte Strahlungstheorie). Das Buch ist tatsächlich eine notwendige Ergänzung vieler Lehrbücher der Physik, die gerade die modernen in Entwicklung begriffenen Probleme nur stiefmütterlich behandeln.

Dr. Kr. [2045]

BEIBLATT ZUM
PROMETHEUS
ILLUSTRIERTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE
IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT

Berichte über wissenschaftliche und technische Tagesereignisse unter verantwortlicher Leitung der Verlagsbuchhandlung. Zuschriften für und über den Inhalt dieser Ergänzungsbeigabe des Prometheus sind zu richten an den Verlag von Otto Spamer, Leipzig, Täubchenweg 26

Nr. 1293 Jahrgang XXV. 45 8. VIII. 1914

Wissenschaftliche Mitteilungen.

Fürs Laboratorium.

Ein Thermometer mit Vakuummantel (mit einer Abbildung), welches die Ungenauigkeiten der gebräuchlichen Thermometer beim ungleichen Eintauchen in das zu untersuchende Medium auf ein kleinstes Maß einschränkt, bei dem also der Stand der Skala nur durch die Ausdehnung des Kugelquecksilbers, nicht auch durch die des Fadens bedingt ist, wurde von Arnold Hahn beschrieben*). Der Kapillare und Skala umgebende Mantel ist luftleer und der untere Teil des Thermometers in einer Ausdehnung von 10—15 cm mit einem Silberspiegel belegt, so daß auch die strahlende Wärme den Quecksilberfaden nicht beeinflussen kann. Nur dieser mit Silber belegte Teil taucht in das Medium. Dies Thermometer wird durch die Firma Franz Hugershoff in Leipzig hergestellt.

Abb. 160.

ng. [1738]

Tempax-Glas ist ein neues Jenaer Glas mit sehr hohem thermischem Widerstandskoeffizienten, das, obwohl billiger als Quarzglas, sich in seinen charakteristischen Eigenschaften diesem doch soweit nähert, daß es in den meisten Fällen allen Anforderungen genügt, die man hinsichtlich der Widerstandsfähigkeit gegen plötzlichen Temperaturwechsel und dauernd hohe Temperaturen an technisch verwendete Gläser stellen muß. Das neue Glasmaterial, das vom Glaswerk Schott & Genossen in Jena hergestellt wird, eignet sich als Tempax-Preßglas besonders zur Herstellung von Kondensorlinsen für Kinoapparate und andere Projektionseinrichtungen, die hohe thermische Widerstandsfähigkeit der Linsen bedingen, ferner als Tempax-Tafelglas in Tafeln von 0,5—5 mm Stärke für Laternen, Abschlußscheiben von Scheinwerfern, Schaugläser für Öfen usw., und als Tempax-Spiegelglas in Tafeln von größerer Stärke und einseitig oder zweiseitig geschliffen und poliert besonders für Scheinwerferspiegel. Da sich das Tempax-Glas wie gewöhnliche Gläser färben läßt, so kann es auch für Theaterbeleuchtung und andere Arten von Farbenprojektion, bei welcher das Farbfilter hohen Temperaturen ausgesetzt ist, mit Vorteil Verwendung finden.

Bst. [2109]

*) *Ztschr. f. angewandte Chemie*, Nr. 4, 1913.

Elianit, ein neues säurefestes Material. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die chemische Großindustrie für Apparaturen größerer Abmessungen, für die als Baustoff Glas, Porzellan, Quarz, Steingut usw. nicht in Betracht kommen können, ein Material braucht, das allen Säuren widersteht. Nun besitzen wir zwar verschiedene Materialien, die der einen oder anderen und auch mehreren Säuren widerstehen, aber ein Material, das von keiner Säure, das kochende Königswasser eingeschlossen, angegriffen wird, ein solches Material fehlte bisher, soll aber nunmehr von Dr. Carlo Rossi in Legnano bei Mailand erfunden worden sein, der von seinem schmelzbaren, im elektrischen Ofen gewonnenen Elianit behauptet, daß es „noch nicht mit einer von 10 000 der bekannten chemischen Verbindungen irgendwie reagiert“. Nun kennen wir zwar eine Reihe von Metallkarbiden, von denen man ungefähr das gleiche behaupten kann, sie sind aber kristallinisch und unschmelzbar, können also für den Bau chemischer Apparate nicht in Betracht kommen. Einen Vergleich der physikalischen Eigenschaften des Elianits mit denen des Gußeisens gibt nachstehende Tabelle.

	Gußeisen	Elianit
Dichte	7,3	6,8
Zugfestigkeit	10—15 kg	7—12 kg
Druckfestigkeit	60—80 kg	15—65 kg
Schmelzpunkt	1250° C	1400° C
Härte	1	1,5
Wärmeleitfähigkeit	10	8
Elektrischer Widerstand	8	10
Widerstand gegen Anfressungen	1	1000

Danach erscheint das Elianit, dessen Härte, Wärmeleitfähigkeit und hoher Schmelzpunkt besonders günstig sind, nicht ganz das angenehme Konstruktionsmaterial wie das Gußeisen, dessen Festigkeit besonders erheblich höher ist, immerhin aber dürfte der Bau von chemischen Apparaturen aus Elianit nicht allzu große Schwierigkeiten bieten, da man etwa besonders stark beanspruchte Teile durch Eisen verstärken könnte. Für die mechanische Bearbeitung des Elianits ist selbst der beste Werkzeugstahl zu weich, wo Bearbeitung nötig, wird man zur Schmirgelscheibe greifen müssen. Über die Zusammensetzung des Elianit hat der Erfinder bisher keine Mitteilungen gemacht, doch scheint es sich, nach Professor C. Matignon*) um eine Legierung zu handeln, deren Hauptbestandteil Ferrosilicium ist. Die Angaben Dr. Rossis über sein neues Material

*) *La Technique moderne* Nr. 11, Bd. 5.

bedürfen naturgemäß eingehender Nachprüfung, wenn sie sich aber in vollem Umfange bestätigen, dann dürfte das Elianit berufen sein, eine große Rolle in der Apparatur der chemischen Großindustrie zu spielen.

O. B. [2091]

Verschiedenes.

Ein rechter Winkel hat nicht 90, sondern 100 Grad nach einer neuen auf dem Dezimalsystem beruhenden Einteilung des Kreises, die man in Frankreich als Ersatz der bisher üblichen Sexagesimalteilung in 360 Grad gesetzlich einführen will. Danach würde der ganze Kreis in 400 statt 360 Grad eingeteilt, jeder solche Grad würde 100 Minuten und jede Minute würde 100 Sekunden haben. Mit dieser Neuteilung könnte man sich im Interesse des Dezimalsystems einverstanden erklären, wenn man auch ein wenig umlernen und alle Winkeltabellen umrechnen müßte; schade nur, daß dieser Fortschritt des Dezimalsystems einen ganz entschiedenen Rückschritt in bezug auf die durch das Dezimalsystem gerade angestrebte Vereinheitlichung bedeutet, denn alle übrigen Länder werden, zunächst wenigstens, beim rechten Winkel von 90 Grad verbleiben wollen, und wenn sich mit der Zeit auch andere dem Vorgehen Frankreichs anschließen, so wird doch eine gewisse Verwirrung nicht ausbleiben, wennschon die Franzosen, ähnlich wie sie es zur Unterscheidung von Celsiusgraden von denen anderer Temperaturskalen auch getan haben, die neuen Grade als „Centigrade" bezeichnen werden. Diese Bezeichnung würde wie „Centiminute" und „Centiseconde" Verwechselungen nicht leicht zulassen.

Bst. [2128]

Algenseide*). Dr. L. Sarasin ist es gelungen, aus dem Schleim der Meeresalgen, wie sie in großer Menge an den Küsten der Normandie, Norwegens, Schottlands und Kanadas ausgeworfen werden, künstliche Seide herzustellen, die sich durch schönen Glanz auszeichnen und technisch wohl verwertbar sein soll. Die Ausbeutung des neuen Produktes, dem man eine große Zukunft zuspricht, wird von einem englischen Syndikat besorgt.

H.—O. [2098]

Kristallisierten Sauerstoff und Wasserstoff herzustellen, gelang W. Wahl**). Der nur langsam kristallisierte Sauerstoff tritt in zwei Formen auf, deren Umwandlungspunkt dem bisher angegebenen Schmelzpunkt des festen Sauerstoffs (—227°) zu entsprechen scheint, während der wahre Schmelzpunkt zwischen —218 und —219° liegt. Der Wasserstoff erstarrt bei etwa —253° sehr schnell zu regelmäßigem Kristallen, die Trisoktaeder oder Hexoktaeder zu sein scheinen.

ng. [1892]

*) *La Nature*, Nr. 2125, 14. Febr. 1914.

**) *Proceed. of the Royal Society*, 88., 61, 1913.

Technische Mitteilungen.

Elektrotechnik.

Ein neuer Säuremesser für Akkumulatoren. (Mit einer Abbildung.) Der Säuremesser in einer Akkumulatorenzelle zeigt an, in welchem Maße die Umwandlung der aktiven Masse an den positiven und negativen Platten vor sich geht. Bei der Ladung steigt der Säuregehalt der Flüssigkeit, solange noch Schwefelsäure infolge der Umwandlung des Sulfats zu Bleisuperoxyd, resp. Bleischwamm frei wird; bei der Entladung sinkt er, solange von dem Schwefelsäuregehalt der Flüssigkeit zur Bildung von Sulfat an positiven und negativen Platten verbraucht wird. Zeigt also ein Säuremesser während der Ladung nicht dauernd steigenden und während der Entladung dauernd sinkenden Säuregehalt, so ist in der Batterie irgend etwas nicht in Ordnung; besonders in Bildung begriffene oder schon vorhandene Kurzschlüsse werden auf diese Weise durch den Säuremesser angezeigt. Ein neuer Säuremesser für Akkumulatoren, der gegenüber den gebräuchlichen einige Verbesserungen aufweist und deshalb geeignet sein dürfte, diesem für die Erhaltung und Pflege von Akkumulatoren sehr wichtigen kleinen Hilfsmittel weit mehr Beachtung zu sichern als bisher, wird von F. E. Kretschmar in Berlin W, Steinmetzstraße 76 auf den Markt gebracht. Das in der beistehenden Abbildung in halber natürlicher Größe dargestellte Instrument besitzt im Gegensatz zu den gebräuchlichen Ausführungen keinen hohlen Glasteil mit eingesetzter Papierskala, sondern einen aus Zelluloid hergestellten Stiel, auf welchem die Skala eingeprägt und mit säurefester Farbe aus animalischer Kohle hervorgehoben ist. Infolge des geringen Querschnitts des Stieles ergibt sich ein sehr großer Ausschlag schon bei sehr geringer Änderung des Säuregehalts. Die großen Zahlen erleichtern das Ablesen aus einiger Entfernung in hohem Maße, und das Wort „Wasser" weist eindringlich darauf hin, daß Wasser nachgefüllt werden muß. Außer der abgebildeten Ausführung wird noch eine solche von größerer Länge für größere Zellen ausgeführt.

Abb. 161.



Säuremesser für Akkumulatoren.

Bst. [2132]

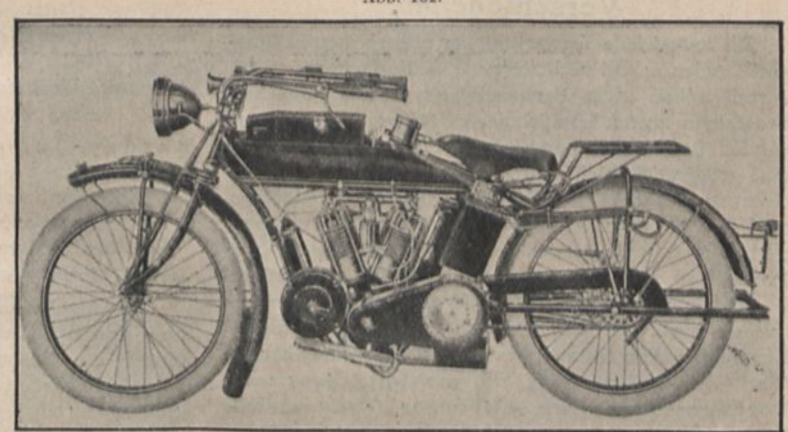
Ein neues Gaselement von großer Leistung. Auf Grund der im Jahre 1838 von Matteucci gemachten Entdeckung, daß zwischen zwei Platinelektroden eine Potentialdifferenz entsteht, wenn ihre Oberflächen mit zwei verschiedenen Gasen in Berührung stehen, baute 1839 Grove das nach ihm benannte Gaselement, zwei mit Platinschwamm oder Platinmohr überzogene Platinbleche, die mit den unteren Enden in verdünnte Schwefelsäure tauchen, während über die oberen Enden Glasglocken gestülpt sind, von denen eine mit Sauerstoff, die andere mit Wasserstoff gefüllt ist. Werden die beiden Elektroden leitend verbunden, so fließt ausserhalb der Flüssigkeit ein Strom vom Sauerstoff zum Wasserstoff. Die Leistung des Groveschen Gaselementes ist außerordentlich gering, und wenn auch Chlor mit Wasserstoff eine erheblich bessere Wirkung ergibt, als Sauerstoff-Wasserstoff, so hat es die Gasbatterie, trotz der vielen Arbeit, die auf ihre Verbesserung verwendet worden ist, zu einer praktischen Bedeutung nicht bringen können. Neuerdings hat nun Dr. Karl Siegl*)

*) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 13. 11. 1913, S. 1317.

das Wesen des Gaselementes wieder eingehend untersucht und gefunden, daß die Leistung des Elementes steigt, wenn man die mit dem Gas in Berührung stehenden und gleichzeitig vom Elektrolyten benetzten Teile der Elektroden, der mit Platinmohr überzogenen Flächen, vergrößert. Er konstruierte daher ein Element, bei welchem diese Bedingung möglichst vollkommen erfüllt wird, und das ist der Fall, wenn die platinierten Elektroden diskontinuierlich an einem Diaphragma anliegen, welches vom Elektrolyten durchtränkt ist und gleichzeitig die Kammer für das Gas bildet. Die Elektroden des Sieglschen Gaselementes bestehen aus Kohlekörnern von etwa 3 mm Durchmesser, die mit Platin überzogen — das teure Platin ist also durch die erheblich billigere platinierte Kohle ersetzt, deren Herstellung keinerlei Schwierigkeiten bietet — und in flachen Tonzellen untergebracht sind, welche die Gase enthalten und mit dem Elektrolyten, verdünnter Schwefelsäure, getränkt sind. Die vom Gase umgebenen Kohlekörner werden also gleichzeitig vom Elektrolyten benetzt und die auf diese Weise geschaffene große wirksame Elektrodenoberfläche hat eine hohe Leistung des Elementes zur Folge, welche hunderte von Malen größer ist, als die des alten Groveelementes. Bei Verwendung von Chlor und Wasserstoff ergeben sich Ströme von 1,4 Volt Spannung und Stromstärken für 1 qdm wirksame Elektrodenfläche von 400 Milliampère bei momentanem Schluß, 30 Milliampère bei längerem und 20 Milliampère bei dauerndem Schluß. Da zudem die Betriebskosten des Sieglschen Gaselementes, das von der Firma C. Schniewindt in Neuenrade in Westfalen hergestellt wird, sich erheblich niedriger stellen als die aller anderen galvanischen Batterien, hat es den Anschein, als wenn das Gaselement nun doch noch praktische Anwendung finden sollte. O. B. [2092]

Ein Motorrad mit elektrischer Beleuchtungseinrichtung und elektrischem Anlasser für den Benzinmotor. (Mit einer Abbildung.) Die elektrische Beleuchtung haben wir heute auch schon beim gewöhnlichen Fahrrad, bei dem die den Strom erzeugende kleine Dynamomaschine mittels eines Reibungsrades vom Vorderrade aus angetrieben wird*). Bei dem abgebildeten Motorrade wird aber die zur Erzeugung des Lichtstromes dienende Dynamo auch zum „Ankurbeln" des Motors benutzt, indem sie als Motor läuft, wobei sie ihren Strom aus einer Akkumulatorenbatterie erhält, welche sie vorher, als sie als Dynamo lief, geladen hat. Diese Motordynamo besitzt eine außerordentlich gedrungene Bauart — 250 mm Durchmesser bei 80 mm Dicke — und ist hinter dem Vorderrad, dicht vor dem Benzinmotor gelagert. Ihren Antrieb erhält sie, wenn das Rad in Bewegung ist, vom Hinterrad her durch Kettentrieb mit zweimaliger Übersetzung, und dieser selbe Kettentrieb dient, wenn die Dynamo als Motor läuft, auch zur Übertragung der Bewegung auf das Hinterrad zum Ankurbeln des Motors. Die Akkumulatorenbatterie ist in zwei Hälften rechts und links vom Rahmen des Rades unter dem Sitz, oberhalb der größeren Kettentriebsscheibe, dicht vor dem Hinterrade untergebracht. Der aus dieser Batterie entnommene Lichtstrom für die vordere und hintere Lampe hat eine Spannung von 6 Volt, soll aber aus der Batterie der Motor Strom zum Ankurbeln erhalten, so werden die Zellen in Serie geschaltet, und die Batterie gibt dann 12 Volt. Die Bedienung der ganzen Einrichtung erfolgt natürlich von der Lenkstange aus. Zum Ankurbeln wird der im Bilde sichtbare Handhebel angezogen. Dadurch werden die Akkumulatorenzellen in Serie geschaltet und der Motor in Tätigkeit gesetzt. Sobald der Benzinmotor regelmäßig läuft, was auch bei kühlem Wetter in weniger als einer halben Minute erreicht zu sein pflegt, läßt man den Handhebel los, die Akkumulatorenzellen werden umgeschaltet, der Elektromotor beginnt als Dynamo zu laufen und ladet mit 6 Volt die Batterie wieder auf.

Abb. 162.



Motorrad mit elektrischer Beleuchtungseinrichtung und elektrischem Anlasser.

Es sind natürlich Einrichtungen getroffen, um bei wechselnder Geschwindigkeit des Motorrades die Leistung der Dynamo nahezu konstant zu halten, und ein besonderer Stromunterbrecher zwischen Batterie und Motordynamo dient dazu, einmal die Batterie vor zu hoher Spannung zu schützen, und bei Verlangsamung der Radbewegung oder beim Anhalten die ungewollte Entladung der Batterie nach der langsam laufenden oder stillstehenden Dynamo zu verhindern. Bst. [2126]

Die Versorgung der Stadt London mit elektrischer Energie zeigt ein in unseren Großstädten unbekanntes Bild größter Mannigfaltigkeit. In Betracht kommen heute*) in der Hauptsache 13 Elektrizitätswerke, davon sechs im Besitz sechs verschiedener Gesellschaften, sie sieben übrigen errichtet und betrieben von sieben der Londoner Stadtgemeinden. Von diesen Werken stammen einzelne noch aus den achtziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts — manche sind inzwischen mehrmals umgebaut — andere wieder sind erst wenige Jahre alt. Die Leistung der einzelnen Werke ist sehr verschieden, sie schwankt zwischen 2900 KW und 25000 KW. Stromart und Netzspannung sind natürlich

*) Vgl. *Prometheus*, XXV. Jahrg., Beiblatt, S. 39.

*) *The Electrician* 1913, S. 392.

auch bei jedem Werke wieder anders, und in den Strompreisen und Tarifsystemen herrscht ebenfalls die größte Verschiedenheit. So kann man in London Lichtstrom für 64 Pfennig aber auch für 16 Pfennig für die Kilowattstunde haben — Straßenbeleuchtung sogar schon zu 4 Pfennig, zuzüglich einer festen Jahresgebühr von 180 M. für jedes installierte KW. — Kraftstrom kostet 20—4 Pfennige für die Kilowattstunde und Strom zum Heizen und Kochen 6—8 Pfennig. Einzelne Werke liefern fast ausschließlich Strom zu Beleuchtungszwecken, während andere wieder in der Hauptsache Kraftstrom abgeben. Eines der städtischen Werke hat die billigsten Stromerzeugungskosten Londons, da es für die Kilowattstunde nur 1,2 Pfennig Kohlenkosten aufwendet. Man spricht in London von einem Bestreben, die ganze Stromversorgung einheitlich zu gestalten; ob sich das aber verwirklichen lassen wird, muß angesichts der herrschenden Mannigfaltigkeit doch mehr als zweifelhaft erscheinen. O. B. [2120]

Verschiedenes.

Die industrielle Verwertung der ungarischen Erdgasvorkommen macht recht erfreuliche Fortschritte. Daß zurzeit schon 1000 Personenwagen der ungarischen Staatsbahn durch komprimiertes Naturgas beleuchtet werden, ist kürzlich*) an dieser Stelle berichtet worden, eine größere Ziegelei benutzt ausschließlich Erdgas als Brennstoff, und kürzlich ist**) bei Torda die Neuanlage der Tordaer Zementfabrik-Aktiengesellschaft in Betrieb gesetzt worden, die für eine Produktion von 8000 Waggons im Jahre eingerichtet ist, 300 Arbeiter beschäftigt und ganz mit Erdgas betrieben wird, das man in einer 52 km langen Erdgasleitung aus dem Gasvorkommen bei Kissarmas heranführt. Diese Fernleitung, die von der Kissarmas-Tordaer Ersten Siebenbürger Erdgasfernleitungs-Aktiengesellschaft erbaut wurde, würde sich naturgemäß für den Bedarf einer noch so großen Zementfabrik allein kaum rentieren, sie versorgt auf ihrem Wege eine Reihe kleinerer Ortschaften und Industrieunternehmungen mit Gas und dürfte noch weitere Fabriken in Bälde heranziehen. Das Gas der Quellen von Kissarmas enthält 99,25% Methan und 0,75% Stickstoff und besitzt einen Heizwert von 8500 Kalorien. Bst. [2084]

Die Kupferminen von Diarbekir (in Kleinasien) werden als außerordentlich ertragreich geschildert. Sie liegen im Gouvernement Argana, im Wilajet Diarbekir, und besitzen eine große Ausdehnung. Man schätzt das Lager auf 1 200000 t Kupfererz, in der Hauptsache Pyritkupfer, und der Gehalt an reinem Kupfer soll 15,65 % ausmachen. Die Röstung geschieht unter Anwendung von Holz als Brennstoff, und in zwölf Stunden vermag man durchschnittlich 2600 kg zu bewältigen. Für die Tonne Kupfer wurden durchschnittlich in den letzten drei Jahren 1025 Mark erzielt. Der Gewinn beträgt pro Tonne 233 Mark. Der Transport geht gegenwärtig auf dem Kamelrücken nach Samsun am Schwarzen Meer oder nach Alexandrette am Mittelländischen Meer vor sich. Wenn die Bagdadbahn einmal fertig gebaut sein wird, wird der Transport nicht zu unterschätzende Erleichterungen aufzuweisen haben. F. Köhler. [2062]

*) Vgl. *Prometheus*, XXV. Jahrg., Beiblatt S. 18.
**) Nach der *Tonindustrie-Ztg.* 1914, Nr. 10.

Bewässerungspumpen für Ägypten. In Anbetracht des niedrigen Wasserstandes des Nil im laufenden Jahr will die ägyptische Regierung der Berieselung der Felder mehr Aufmerksamkeit zuwenden, und in erster Linie soll auch die Anzahl der Pumpen in den nächsten Jahren bedeutend vermehrt werden. Im Nildelta hat man für die Bewässerung der Provinzen Behera und Charbieh schon die notwendigen Vorarbeiten getroffen. Im Pumpwerk Mex wird eine Pumpe aufgestellt werden, die in 24 Stunden 450 000 cbm Wasser zu heben vermag. Man will die Wasserproduktion derart steigern, daß für den Bedarf der Provinz Behera in 24 Stunden 7 200000 Kubikmeter Wasser gehoben werden können. Nachdem die Regierung bei einer Schweizer Firma eine Riesenpumpe bestellt hatte, hat sie nun auch einen Auftrag von zehn weiteren Pumpen an eine englische Firma vergeben. Deutschen Firmen ist zu empfehlen, durch Vertreter in Ägypten Offerten bei der ägyptischen Regierung einzureichen, da weitere acht Riesenpumpen zur Aufstellung gelangen sollen. Fritz Köhler. [2061]

BÜCHERSCHAU.

Teubners Unterrichtsbücher für Maschinentechnische Lehranstalten:

Bardey-Jacobi-Schlie, *Arithmetische Aufgaben nebst Lehrbuch der Arithmetik.* Dritte vollständig neu bearbeitete Auflage. Mit 70 Abbildungen im Text und auf Tafeln. 8. bis 13. Tausend. Leipzig und Berlin. Druck und Verlag von B. G. Teubner. 1913. Preis 2,60 M.

Die Aufgabensammlungen unter dem Namen Bardey sind so bekannt, daß jedes Wort zu ihrem Lobe unnötig ist. Besonders erwähnenswert ist in der vorliegenden Bearbeitung der Abschnitt über den Rechenschieber, der an der Hand einer großen Anzahl von Abbildungen ausführlich erläutert worden ist. Eine große Anzahl dazugehöriger Aufgaben erhöhen das Verständnis dieses für den Techniker unentbehrlichen Hilfsmittels. Auch dem Tabellenrechnen ist ein besonderer Abschnitt gewidmet. Auf diese Weise ist es gelungen, die Bardeysche Aufgabensammlung unter Heranziehung moderner mathematischer Ausdrucksmittel (Funktionen) zu einer brauchbaren Aufgabensammlung für maschinentechnische Lehranstalten umzuarbeiten. Dr. Kr. [2043]

Schweydar, Dr. Wilhelm, *Harmonische Analyse der Lotstörungen durch Sonne und Mond.* — Veröffentlichung des Königlich Preußischen Geodätischen Institutes. Neue Folge Nr. 59. — Potsdam, Druck und Verlag von B. G. Teubner in Leipzig, 1914.

In der modernen Geodäsie nehmen die Arbeiten, mit Hilfe von Horizontalpendeln die Lotstörungen unter dem Einfluß der Flutkraft des Mondes und der Sonne zu untersuchen, immer größeren Umfang an. Im 1. und 3. Kapitel werden die Lotstörungen auf einer absolut starren Erde und auf einer nachgiebigen Erde mathematisch verfolgt, im 2. Kapitel werden nach der Börgenschen Methode die einzelnen Störungsglieder numerisch abgeleitet. Für spätere Rechnungen ist die zweckmäßige Einrichtung getroffen, außer Anweisungen über die Reihenfolge der Rechenoperationen für einzelne Koeffizienten auch vollständige Rechenbeispiele mitzuteilen. Dr. Kr. [2044]